

ROK II | MAJ 1947 R. | NR 5

BIURO WYDAWNICTW POLSKIEGO RADIA

cena 60 zł

TREŚĆ NUMERU:

R A D I O

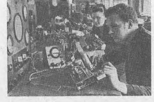
Miesięcznik dla techników i amatorów

Rok II | Maj 1947 | Nr 5

Z KRAJU I ZAGRANICY

U naszych sąsiadów

Z. S. R. R.

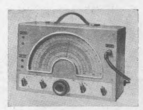


Rys. 1

Przemysł radziecki po zniszczeniach wojennych szybko się odbudowuje. Fabryka im. Mołotowa w Mińsku, z której dosłownie zostały tylko ściany, już na wiosnę 1946 roku wypuściła pięciolampowy super „Pionier". Obecnie produkuje się dalsze typy i w planie na rok 1947 przewidziano 30.000 odbiorników.

Zdjęcie powyżej przedstawia szczegół montowni (rys. 1).

CZECHOSŁOWACJA



Rys. 2b

W Czechosłowacji istnieje szereg firm produkujących sprzęt radiowy; jedną z poważniejszych jest firma „Tesla", która oprócz odbiorników i wzmacniaczy produkuje szereg serwisowych przyrządów pomiarowych.

Na zdjęciach mostek RLC, signalgenerator, tongenerator od 20 — 20.000 c/s. (rys. 2 a b c).



Rys. 2a



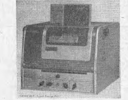
Rys. 2c





Z rynku amerykańskiego

PRZYSTAWKA DO PRZESYŁANIA I ODBIERANIA DRUKÓW, FOTOGRAFI ITD. (rys 3).



Rys. 3

Firma „Finch Telecomunication" produkuje kilka typów urządzeń, które w połączeniu z nadajnikiem lub odbiornikiem służyć mogą do przesyłania lub odbioru obrazów. Szybkość przesyłania (lub odtwarzania) zależnie od typu wynosi 15 — 44 cali kwadratowych na minutę. Obrazy te można przesyłać linią przewodową albo radiem — a szerokość wstęgi zajętej przez tego rodzaju urządzenie wynosi zależnie od szybkości przesyłania od 2.000 — 10.000 c/s.

NOWE PRZYRZĄDY POMIAROWE

Szereg firm amerykańskich buduje przyrządy pomiarowe, które w połączeniu z lampami elektronowymi pozwalają mierzyć napięcie stałe i zmienne od 20 c/s do **300 Mc/s**. Opór wejściowy na prądzie stałym 16 megomów, na zmiennym 2,7 megoma; pojemności wejściowe 3 pF. Oprócz tego posiadają możliwość pomiaru oporów do 1000 megomów. Przyrządy tego rodzaju posiadają „sondę" z wbudowaną lampą miniaturową spełniającą rolę detektora szczytowego oraz wewnątrz przyrządu lampowy układ mostkowy. Na zdjęciu (rys, 4a b) przyrząd firmy RCA — Voltohmmyst i wnętrze „sondy".



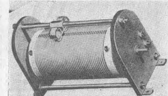
Rys. 4a



Rys. 4b

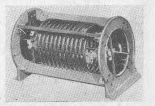
W rozmaitościach podajemy schemat podobnego przyrządu firmy Mc Murdo „Silver" Company.

CEWKI O ZMIENNYM SPÓŁCZYNNIKU INDUKCJI.



Rys. 5

Coraz szersze zastosowanie mają w układach nadawczych i odbiorczych, a także w pomiarowych (falomierz) cewki o zmiennej samoindukcji.



Rys. 6

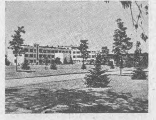
Stosowane są dwa rozwiązania: (rys. 5) ruchoma cewka (obrotowa) ślizgacz przesuwa się wzdłuż cewki albo (rys. 6) cewka jest nieruchoma, a dookoła osi obraca się ślizgacz wzdłuż zwojów. Dzięki kilku pełnym obrotom skala jest bardzo rozciągnięta, co było niemożliwe przy strojeniu kondensatorem, którego maksymalny kąt obrotu wynosił 180°.

Dr. inż. A. Blicher

W instytucie badawczym R. C. A. w Princeton (U. S. A.)

(Korespondencja własna z Ameryki)

W towarzystwie przedstawiciela dyrekcji f-my R. C. A. udałem się do Princeton celem zapoznania się z urządzeniami laboratoriów badawczych R. C. A. w tym mieście.



Laboratorium R.C.A. w Princeton.

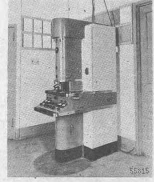
Princeton jest to niewielka miejscowość, położona w odległości kilkudziesięciu mil od New Yorku i słynna przede wszystkim ze starego wielkiego uniwersytetu, przy którym między innymi pracuje profesor Albert Einstein.

Kamień węgielny pod laboratorium R. C. A. położono 15-go listopada 1941 r., a już 27 września 1942 r. instytucja ta została oddana do użytku.

W pięknym budynku usadowili się naukowcy, wynalazcy, technicy, którzy stworzyli ikonoskopy, kineskopy, orthikony t. j. urządzenia, które stanowią oczy telewizji. Oni też stworzyli mikroskop elektronowy, otwierając nowe światy przed ludzkim okiem. Na czele tej instytucji stoi Dr. C. B. Jolliffe. Wśród pracowników znajdujemy znane każdemu radiotechnikowi nazwiska słynnych uczonych i inżynierów jak np. dr. V. K. Zworykina, dr. H. H. Beverage'a dr. I. Wolfa, dr. H. F. Olsona oraz wielu innych.

Instytut zbudowany jest na terenie o powierzchni ponad 300 akrów w niewielkiej odległości od Uniwersytetu Princeton. Krótki nawet spacer po budynku Instytutu daje już wyobrażenie o jego wielkich rozmiarach, nadzwyczajnych udogodnieniach, o luksusie, a także i o tym, że współczesna radiotechnika jest to wiedza, która wiąże się z wieloma innymi gałęziami nauki i techniki takimi jak elektronika, akustyka, fizyka, chemia, mechanika i optyka.

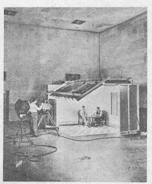
Budynek Instytutu posiada 3 piętra (w Ameryce parter uważany jest za pierwsze piętro). Wzdłuż budynku na każdym piętrze biegną długie korytarze, na które otwierają się drzwi 150 pomieszczeń laboratoryjnych.



Mikroskop elektronowy.

Z podziemi budynku wychodzą całe pęki rur, przewodów, doprowadzających do każdego miejsca pracy wodę, elektryczność i gaz. Pomieszczenia laboratoryjne są bardzo przestronne i stale oświetlone naturalnym lub sztucznym światłem dziennym,

otrzymywanym przez rury świetlące. Światło jest pośrednie i bezcieniowe. Każdy stół laboratoryjny zaopatrzony jest w zaciski, pozwalające na pobieranie prądu elektrycznego stałego i zmiennego



Część laboratorium telewizyjnego.

o rozmaitych napięciach. Na stołach znajdują się również wyloty przewodów sprzężonego powietrza, gazu, wody, tlenu oraz kontakty dla kolb do lutowania i innych narzędzi elektrycznych. Ściany pomieszczeń laboratoryjnych są tak skonstruowane, że mogą być łatwo przesunięte o ile zajdzie potrzeba zmiany wymiarów danego pomieszczenia. Wszystkie pomieszczenia są doskonale wentylowane sztucznie, tym niemniej każde z nich posiada okna, wychodzące na otwartą przestrzeń. Na każdym piętrze znajduje się podręczny warsztat, zaopatrzony w różnorodne narzędzia dla podręcznej pomocy w pracy naukowców. Na parterze znajduje się wielki centralny warsztat modelowy, zaopatrzony w najnowocześniejsze obrabiarki.

Jak już wspomniałem zagadnienia opracowywane w Instytucie są bardzo różnorodne. Każda grupa tych zagadnień posiada odpowiednio przystosowane do swych potrzeb pomieszczenie.

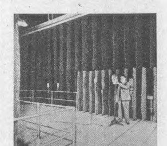
Laboratorium telewizyjne posiada np. między innymi duże studio dwupiętrowe o wymiarach 16 na 12 metrów. Laboratoria optyczne posiadają ciemnie dla pomiarów o bardzo dużej precyzji. Szereg pomieszczeń laboratorium optycznego jest umieszczony wzdłuż jednego korytarza. Wszystkie te pomieszczenia komunikują się między sobą poprzez okna zamykające się jak drzwi, umieszczone w ścianach. Umożliwia to dokonywanie takich doświadczeń optycznych, dla których niezbędna jest znaczna odległość. Promienie świetlne mogą być rzucane wzdłuż kilkunastu pokoi.

Jedno z laboratorii chemicznych jest całkowicie pyłoszczelne dla doświadczeń z materiałami fluoryzującymi i fosforyzującymi, które są stosowane między innymi w lampach telewizyjnych i oscylografach katodowych.

W laboratorium znajduje się bogata kolekcja fofosforów, które w ciemności świecą wszystkimi niemal barwami tęczy, nawet kolorem czerwonym. Fosfór świecący czerwono jest bardzo ważny dla całkowicie elektronowej kolorowej telewizji systemu R. C. A. Z tym zresztą fosforem uczeni obecnie mają najwięcej kłopotu, gdyż nie jest on tak trwały, jak inne fosfory stosowane w technice telewizyjnej.

Duży nacisk położony został na badania akustyczne. Akustyka jest gałęzią nauki związaną nieodłącznie z telekomunikacją, radiofonią, telewizją, radiofonią przewodową. Wszędzie tam są stosowane mikrofony i głośniki. Pomieszczenia laboratoryjne dla badań akustycznych zaopatrzone są w podwójne ściany oraz podwójne drzwi z izolacją akustyczną tak, że eksperymentator może sobie pozwolić na produkcję dźwięków o dowolnej wysokości i sile, bez przeszkadzania swoim kolegom, dzięki bowiem izolacji, dźwięki przez drzwi laboratoryjne nie przenikają.

Dla osiągnięcia pyłoszczelności, istnieją komory, w których ciśnienie jest wyższe niż w pozostałej części laboratorium. W takich komorach montowane są i badane głośniki i mikrofony.



Laboratorium akustyczne o właściwościach wolnej przestrzeni.

Dział akustyczny Instytutu może się poszczycić nowoczesnym pomieszczeniem zwanym „free field room" t. zn. takim, w którym warunki akustyczne są takie same jak w całkowicie otwartej przestrze-

ni, pozbawionej zupełnie odbić. Do dużej sali wchodzi się poprzez wielkie drewniane drzwi, starannie izolowane od strony wewnętrznej. Podłoga tej sali wykonana jest z gęstej kraty stalowej, spoczywającej na masywnych podkładach gumowych. Wysokość sali równa jest wysokości około trzech pięter, t. zn. wysokości około 15 metrów. Wokół sali wiszą draperie, wykonane z materiału (ozite) całkowicie pochłaniającego i rozpraszającego dźwięki.

Wypowiadane w tym pomieszczeniu słowa brzmią jakby głucho i bezdźwięcznie. W pomieszczeniu tym o właściwościach otwartej przestrzeni dokonuje się bardzo dokładnych pomiarów mikrofonów i głośników.

Dla badań nad lampami elektronowymi istnieje specjalny dział, zaopatrzony w bogate urządzenia próżniowe i piece z atmosferą wodoru. U sufitów tych pomieszczeń dla wyżej wspomnianych badań znajdują się przewody wentylacyjne, które odprowadzają gromadzący się lekki wodór, a to dla uniknięcia wybuchów. W dziale lampowym istnieje warsztat szklarski, w którym specjaliści wykonują bańki szklane, nieraz o najbardziej fantastycznych kształtach, dla potrzeb badaczy. W innym znów pokoju pracuje grupa kobiet, która montuje drobne części nowostworzonych modeli lamp.

W oddzielnym pomieszczeniu robione są doświadczenia z ikonoskopami i orthikonami oraz innymi lampami telewizyjnymi.

Trudno wymienić w jednym artykule wszystkie osiągnięcia, jakich dokonano w laboratorium R. C. A. w Princeton, toteż muszę ograniczyć się do części tylko.

Z mózgów pracowników tej instytucji zrodził się „teleran", który łączy w sobie radar i telewizję dla nawigacji powietrznej.

„Shoran", wynaleziony również tutaj, pozwala na dokładne rzucanie bomb podczas wojny. W czasie pokoju „shoran" pozwala na zdejmowanie map, na lokację podwodnych względnie zamaskowanych składów ropy naftowej. „Shoran" także pozwala na lokację wyspy z odległości 500 kilometrów z dokładnością do 30 metrów.

„Loran", przy stworzeniu którego R. C. A. położyło wielkie zasługi, umożliwia okrętom określenie ich położenia z wielką dokładnością w odległości do 1500 kilometrów od brzegu.

Innym znów wynalazkiem wojennym jest „sonar„ , podwodne urządzenie akustyczne, które przyczyniło się do zniszczenia blisko 1000 wrogich łodzi podwodnych w bitwie o Atlantyk.

Również w Princeton powstał pierwszy „snooperscop", karabin, który widzi i strzela w ciemności, dzięki zastosowaniu komórki wrażliwej na niewidzialne światło podczerwone. „Snooperscop" pozwalał na obserwację wroga w nocy bez użycia światła widzialnego. Elektryczne oko, reagujące na podczerwień, zostało zastosowane w lomecie, która pozwala na prowadzenie samochodu na drodze, w całkowitej ciemności równie dobrze niemal, jak w dzień.

Wszystkie te wynalazki miały za podstawę przedwojenne jeszcze badania R. C. A. w dziedzinie telewizji.

Opracowanie specjalnych lamp elektronowych pozwoliło na budowę nadajników telewizyjnych o częstotliwości do 300 megacykli (długość fali 1 metr.) i mocy rzędu 5 kilowatów.

Z laboratoriów R. C. A. wyszło również urządzenie projekcyjne dla telewizji (ekran 45 x 60 cm. i więcej.), z soczewkami wykonanymi nie ze szkła a z „plastyku", co wpłynęło na niezmiernie wydatne obniżenie ceny.

Z tychże laboratoriów wyszła udoskonalona telewizja czarno-biała, trójwymiarowa oraz opracowany został całkowicie elektronowy system telewizji kolorowej.

W Princeton udoskonalony został mikroskop elektronowy, powstała kamera telewizyjna, stosująca nową lampę „Image-Orthicon" o czułości 100 razy większej niż lampy przedwojenne. Nowa kamera pozwala na zdjęcia telewizyjne przy świetle nawet **świecy czy zapałki.**

Duże osiągnięcia wykazały laboratoria R. C. A. również w dziedzinie radio-termii t. j. wytwarzania ciepła przy pomocy prądów radioelektrycznych. Radio-termia znalazła olbrzymie zastosowanie w przemyśle dla cieplnej obróbki metali, spawania, topienia metali, lepienia, zszywania, klejenia rozmaitych materiałów, wulkanizowania gumy a nawet gotowania.

Inż. F. M.

Zasady obliczania odbiorników i wzmacniaczy

Radioamatorzy dzielą się na dwie kategorie; na takich, którzy traktują artykuły w czasopismach jako pewnego rodzaju „przepisy kucharskie" i na takich, którzy mają ambicje doszkolenia się i samodzielnego obliczania i konstruowania modeli.

Dla tych drugich rozpoczynamy cykl artykułów opisujących zasady działania i obliczenia poszczególnych elementów odbiorników oraz wzmacniaczy małej częstotliwości. Aby nie nużyć Czytelników wyprowadzaniem wzorów matematycznych, podawać je będziemy w formie gotowej i w miarę możności uzupełniać i ilustrować wykresami lub nomogramami.

Dla Czytelników którzy będą chcieli pogłębić odpowiednie działy, podamy wykaz literatury.

1. Ogólny podział odbiorników.

Urządzenie odbiorcze w najogólniejszej postaci składa się z następujących elementów:

a) anteny wyławiającej energię fal elektromagnetycznych
b) odbiornika przetwarzającego odebraną energię
c) głośnika lub przyrządu zapisującego, w którym wykorzystuje się przetworzoną przez odbiornik energię.

Na tym miejscu zajmiemy się szczegółowo odbiornikami, podkreślając tylko w miarę potrzeby zasadnicze właściwości anteny i głośnika.

Odbiorniki charakteryzują się następującymi właściwościami:

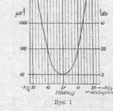
a) czułość
b) selektywność
c) zakres odbieranych częstotliwości
d) moc wyjściowa
e) jakość odtwarzania
f) stałość pracy w czasie
g) ekonomia pracy.
h) wielkość i koszt produkcji masowej

Wszystkie te punkty oprócz g i h określone są mniej lub więcej pewnymi normami. Ostatnie punkty obchodzą zasadniczo już producentów, jednak radioamator powinien czasem pomyśleć o ekonomicznej stronie pracy odbiornika, i pod tym punktem widzenia tworzyć nowe konstrukcje.

a) **Czułością** odbiornika określa się jego zdolność odbierania sygnałów dalekich i słabych stacji. Charakteryzuje się ona minimalną wielkością siły elektromotorycznej (SEM) w antenie, modulowanej tonem 400 c/s z głębokością modul. 30 %, potrzebną dla normalnego odbioru. Czym mniejsza (SEM) tym odbiornik jest czulszy. Normalny odbiór określa się mocą prądu zmiennego wydzieloną przez lampę głośnikową na odpowiednim oporze anodowym. Mocą taką jest n. p. 50 mW dla odbiorników o nominalnej mocy nie większej niż 1 wat oraz 0,5 mocy nominalnej dla odbiorników o mocy wyjściowej większej niż 1 W.,* a zatem warunki techniczne stawiane odbiornikowi będą n. p. takiej treści: „Czułość odbiornika powinna być taka, aby przy SEM, w antenie nie większej niż 20 mV i modulacją 30 %, tonem 400 c/s, moc wyjściowa wynosiła 0,4 W. Dotychczas za nominalną moc wyjściową uważało się 50mW. Rozdział na odbiorniki o mocy wyjściowej do 1 wata i powyżej daje możliwość porównywania odbiorników o różnych mocach wyjściowych.

b) **Selektywnością** odbiornika nazywamy jego zdolność wydzielania pożądanego sygnału z całej sumy napięć indukujących się w antenie z fal elektromagnetycznych różnych stacyj.

Właściwość ta może być oceniona na podstawie krzywej czułości całego odbiornika (rys.1). Taka



Rys. 1

krzywa przedstawia nam zależność czułości odbiornika od częstotliwości. Zdjęcie tej krzywej wykonuje się w sposób następujący (rys.2): signalgenerator modulowany (400 c/s 30%) wytwarza prąd o częstotliwości nośnej np. 1000 kc/s. Poprzez odpowiednik elektryczny anteny (antena sztuczna patrz Ra 10/46), włączamy badany odbiornik i dostrajamy go do częstotliwości f=1000 kc/s. Regulujemy napięcie

m=30% (f=400c/s)
signal-gen.
atten
ant. szt.
odbiornik
V

Rys. 2

*W literaturze sowieckiej lansuje się przy tym pomiarze moc wyjściową równą 0,1 maksymalnej mocy odbiornika. W ten sposób odbiornik przy 100% modulacji wytworzy moc maksymalną. (Red).

wyjściowe signalgeneratora i przy pomocy outputmetru (ew. woltomierz mierzący napięcie na znanym oporze włączonym na wyjściu odbiornika) odczytujemy moc (napięcie) odpowiadającą czułości odbiornika n.p. 50 mW. Powiedzmy, że napięcie signalgeneratora wynosi 10 μV. W dalszym ciągu nie ruszając odbiornika zmieniamy częstotliwość signalgeneratora np. na f.=1010. Ponieważ teraz odbiornik jest odstrojony, napięcie na outputmetrze spada i aby osiągnąć tę samą co poprzednio moc wyjściową (napięcie) musimy powiększyć napięcie signalgeneratora np. na 100 μV, a zatem 10 razy większe.

W ten sam sposób dla różnych nastawień signalgeneratora odczytujemy potrzebne napięcie dla uzyskania mocy 50 mW. Wyniki pomiaru nanosimy na wykres jak np. na rys. (1). Im większego trzeba napięcia przy danym rozstrojeniu tym selektywniejszy odbiornik. A zatem selektywność może być określona dwiema wielkościami: 1) rozstrojeniem (w naszym przypadku 1010 — 1000= 10 kc/s, i 2) zmniejszeniem czułości przy tym rozstrojeniu (u nas $\frac{100}{10}$ = 10 razy). Tę ostatnią wielkość określa się często w decybelach $db=20 \log \frac{100}{10}=20$.

Mając więc krzywą czułości potrafimy ocenić jego selektywność. Należy jednak podkreślić, że krzywa rezonansu nie określi całkowicie jakości odbioru. Mianowicie na skutek krzywolinijnych charakterystyk lamp itp. powstają, pomimo dobrej selekcji odbiornika, zakłócenia ze strony silnych stacyj jak np. modulacja skrośna. O tych zjawiskach mówić będziemy na innym miejscu.

c) **Zakres odbieranych częstotliwości** charakteryzuje przeznaczenie odbiornika.

Odbiorniki przeznaczone dla szerszego ogółu posiadają zakresy następujące:

fale długie 750 — 2000 m (400 — 150 kc/s),
fale średnie 200 — 600 m. (1500 — 500 kc/s),
fale krótkie 20 — 50 m. (15 — 6 mc/s).

Zakres fal krótkich ze względu na trudności w strojeniu rozbija się na kilka podzakresów obejmujących poszczególne pasy zajęte przez stacje radiofoniczne (pas 16, 21, 25, 31, 41, 49 metrów). Odbiorniki specjalne, komunikacyjne, posiadają zakresy pokrywające w sposób ciągły częstotliwość od 75 kc (służby meteorologiczne) do 20 kc/s. Odbiorniki dla amatorów-krótkofalowców posiadają specjalnie rozciągnięte pasy 80, 40, 20, 10 m.

d) **Moc wyjściowa.**

Moc wyjściowa jest również podyktowana przeznaczeniem odbiornika. W zależności od wielkości pomieszczenia moc wyjściowa waha się od 3 do 10 watów.

Odbiorniki komunikacyjne posiadają osobne zaciski dla odbioru słuchawkowego, gdzie moc jest rzędu miliwatów. W normalnym pomieszczeniu mieszkalnym wystarczająca jest moc wyjściowa rzędu 0,5 — 1 W. Aby jednak jakość odtwarzania była dobra, konstruuje się odbiornik z mocą wyjściową 3 — 4 W, a więc z dużą rezerwą. Pod maksymalną mocą wyjściową rozumie się moc prądów małej częstotliwości wydzielanych przez lampę głośnikową na **oporze omowym**, przy której całkowita moc harmonicznych nie przekracza 1% mocy dla częstotliwości zasadniczej. Odpowiada to skutecznemu napięciu harmonicznych o wielkości 10% napięcia o częstotliwości zasadniczej.

e) **Jakość odtwarzania** jest jedną z najważniejszych cech odbiornika. Im mniejsze zniekształcenia tym wyższa jakość odtwarzania. W idealnym wypadku, gdy odbiornik nie wnosi żadnych zniekształceń, częstotliwość i kształt prądów (napięć) na wyjściu odpowiada dokładnie częstotliwości i kształtowi krzywej obwiedni przebiegu modulowanego indukującego się w antenie odbiorczej. W rzeczywistości w odbiorniku mają miejsca zniekształcenia na skutek krzywolinijności elementów (to znaczy elementów, w których prąd płynący przez nie, nie jest proporcjonalny do napięcia), i zależności tych elementów od częstotliwości.

W odbiornikach radiofonicznych zniekształcenia te wpływają na złą zrozumiałość odtwarzanych audycji, zmieniają barwę dźwięku, powodują chrypienia, trzaski itd.

W pierwszym przybliżeniu zniekształcenia te można podzielić na 3 główne grupy:

1) zniekształcenia częstotliwościowe (liniowe),
2) „ fazowe,
3) „ nieliniowe (chrypienie).

Rys. 3

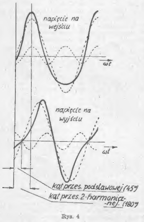
Stopień zniekształceń grupy pierwszej określa się charakterystyką częstotliwości (rys. 3). Jest to zależność napięcia (prądu) wyjściowego (to znaczy na zaciskach np. głośnika) od częstotliwości modulacji (małej częstotl.) sinusoidalnie modulowanej SEM w antenie (ew. jej układzie zastępczym) przy założeniu, że jej wielkość, częstotliwość i głębokość (procent modulacji) są stałe.

Zniekształcenia częstotliwości nie istnieją, jeżeli charakterystyka jest linią prostą równoległą do osi poziomej. W rzeczywistości przekazywanie najniższych i najwyższych częstotliwości jest upośledzone i charakterystyka na tych zakresach opada.

Zniekształcenia tego rodzaju odbijają się w pierwszym rzędzie na złej zrozumiałości i zmianie barwy dźwięku. Zależnie od przeznaczenia odbiornika określa się zakres częstotliwości, dla których przebieg charakterystyki winien być możliwie prostoliniowy. I tak w radiotelefonii handlowej ustala się zakres od 200 — 3000 c/s, dla radiofonii średniej jakości od 100 — 5000 c/s, dla wysokiej jakości od 50 — 10000 c/s (przy zastosowaniu modulacji częstotliwości Amerykanie rozszerzyli zakres od 30 — 15000 c/s).

Nowsze warunki wprowadzają badanie odbiorników wraz z głośnikami w specjalnej kamerze akustycznej, w której dodatkowo zdejmuje się charakterystykę dźwiękowego ciśnienia, to jest zależność ciśnienia wytworzonego przez głośnik jako funkcję częstotliwości modulującej.

2. Zniekształcenia fazowe wywołują nierównomierne przesunięcie fazowe napięcia wyjściowego w stosunku do wejściowego (znaczy to, że w pewnym

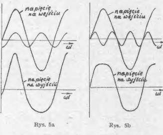


Rys. 4

momencie czasu, gdy napięcie sinusoidalne na wejściu osiąga maksimum, napięcie na wyjściu przechodzi przez inną wartość (rys. 4). Przy sygnale zawierającym kilka częstotliwości, występuje zmiana obrazu krzywej, czego nie należy mieszać ze zmianą występującą przy pojawieniu się zniekształceń nieliniowych. Rys. 4 przedstawia zmianę obrazu przebiegu (linia pełna) przy przejściu przez wzmacniacz. Dla lepszego zrozumienia rozłożono przebieg na składowe (podstawowa i harmoniczna) (linie kreskowane). Na skutek zniekształceń fazowych, przesunięcie drugiej harmonicznej jest nieproporcjonalnie większe, niż podstawowej; dlatego obraz przebiegu się zmienił. Gdy przesunięcie fazowe wzmacniacza jest proporcjonalne do częstotliwości, wtedy zniekształceń fazowych nie ma i obraz przebiegu po przejściu przez wzmacniacz się nie zmieni. Jak wykazały doświadczenia, zniekształcenia fazowe nie wpływają praktycznie na jakość odtwarzania w radiofonii. Grają one przede wszystkim rolę w telewizji, gdzie następuje zniekształcenie obrazu.

3. Zniekształcenie nieliniowe (chrypienie).

Wyrażenie „nieliniowe" może niezbyt szczęśliwie wybrane, wskazuje na zniekształcenia, które powstają wskutek nieliniowości elementów, tj. jak już wspomnieliśmy nieproporcjonalności prądu do napięcia w danym elemencie.



Rys. 5a Rys. 5b

Takimi elementami są przede wszystkim lampy elektronowe, a następnie transformatory i dławiki zawierające żelazo.

Wynikiem zniekształceń liniowych jest pojawienie się na wyjściu urządzenia częstotliwości jakich na wejściu nie było. Na przykład: wzmacniacz małej częstliwości zasilamy z generatora dającego napięcie o częstotliwości 400 c/s; wskutek zniekształceń na wyjściu wzmacniacza popłyną prądy nie tylko o częstotliwości 400 c/s, ale także 800, 1200, 1600, itd. to jest o częstotliwości wielokrotnej 400 c/s. Obecność harmonicznych zmienia kształt napięcia pierwotnego. Na rys. 5a widzimy przebieg posiadający oprócz częstotliwości zasadniczej, drugą harmoniczną, zaś na rys. 5b trzecią harmoniczną. Zniekształcenia te są typowe dla triod (a) i dla pentod (b). Obecność harmonicznych wywołuje chrypienie, trzaski, zniekształconą mowę itd. Stopień zniekształceń określa się spółczynnikiem chrypienia (skażeń) to jest stosunkiem skutecznych wartości napięć wszystkich harmonicznych do skutecznej wartości napięcia częstotliwości zasadniczej.

$$K_f = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \ldots}}{U_1}$$

U_1, U_2, U_3 ..... są to skuteczne wartości pierwszej (zasadniczej), drugiej, trzeciej itd. harmonicznych napięcia wyjściowego. Spółczynnik ten niezupełnie określa całkowite zniekształcenia. Jeżeli np. na wejściu wzmacniacza działają równocześnie dwa lub więcej przebiegów o różnych częstotliwościach, wtedy na wyjściu pojawiają się oprócz harmonicznych jeszcze tony kombinowane, będące sumą i różnicą poszczególnych częstotliwości zasadniczych i harmonicznych. W praktyce mamy właśnie z takimi warunkami do czynienia i tony kombinowane są najbardziej nieprzyjemne dla ucha.

f). Stałość pracy odbiornika w czasie, jest już zagadnieniem eksploatacyjnym. Odbiornik dostaje się do ręki przeciętnego radiosłuchacza, który technicznymi sprawami się nie zajmuje. Odbiornik powinien pracować i zachować swe gwarantowane własności przez pewien okres czasu, a następnie po zmianie części zużywających się, jak lampy, powinien w dalszym ciągu dobrze pracować.

g). Ekonomia pracy odbiornika odnosi się w pierwszym rzędzie do pobierania możliwie małej energii elektrycznej, co ma szczególne znaczenie w układach bateryjnych, a następnie do racjonalnej pracy części zużywalnych tj. lamp elektronowych. D. c. n.

Inż. W. K.

O decybelach, fonach i neperach

Wstęp

Przy określaniu jednostki pomiarowej, czyli jednostki miary, należy zdać sobie sprawę z rodzaju wielkości mierzonych. W wypadku pomiaru długości, masy lub czasu, sprawa jest prosta o tyle, że nie może podlegać dyskusji. Dlatego centymetr, gram i sekunda przyjęte zostały za podstawę fizycznego układu jednostek pomiarowych; wielkości jednostek pomiarowych mogą być dowolne, ale sam rodzaj wielkości uważany jest za coś zrozumiałego samo przez się. Na przykład nie mówi się o sposobie mierzenia długości, a wszyscy zgadzają się na to, że długość należy mierzyć jakimś odcinkiem. Wielkość odcinka, przyjętego za miarę długości, określona jest w krajach anglosaskich jako stopa; system miar przez tradycję utrzymywany z dawnych czasów, sięga okresu świetności Egiptu, reszta kuli ziemskiej przyjmuje za jednostkę długości metr oraz cały dziesiętny układ jednostek. Dla pomiarów jest zupełnie obojętne, jaki odcinek został przyjęty za jednostkę; natomiast w dziesiętnym systemie liczenia układ metryczny jest w użyciu wygodniejszy. Pomiary wszystkich wielkości fizycznych oparte zostały na układzie centymetra, grama i sekundy; na przykład: pracę, moc, napięcie — wszystkie te wielkości mierzy się przez sprowadzenie odpowiednich jednostek pomiarowych do jednostek długości, masy i czasu.

Są jednak zjawiska, związane z procesami fizjologicznymi i biologicznymi, które trzeba liczbowo wyrazić, a które nie mogą być sprowadzone do jednostek układu C. G. S. Dla wyjaśnienia i uzasadnienia, że takie zjawiska istnieją rozpatrzymy kilka przykładów .

Powszechnie znane jest zjawisko, że głosy kobiece i męskie przy śpiewie t. zw. „unisono", to znaczy nie chóralnym, różnią się co do swej wysokości o wielkość, łatwo uchwytną dla ucha. W teorii muzyki ta różnica wysokości tonów nazywa się oktawą. Dla pewnego tonu można odszukać cały szereg oktaw wyższych i niższych. Różnica wysokości tonu dla ucha będzie zawsze ta sama. Z chwilą, kiedy poznano istotę dźwięku, jako drgania cząstek powietrza, i nauczono się mierzyć częstotliwość tych drgań, spostrzeżono, że oktawie odpowiada nie różnica częstotliwości drgań, a dwukrotne jej powiększenie lub zmniejszenie. Inna różnica wysokości tonów muzycznych zwana kwintą, odpowiada stosunkowi częstotliwości 2 : 3. Mamy np. znaleźć dla tonu o częstotliwości 180 c/s szereg odpowiadający różnicy oktawy, a następnie kwinty.

Oktawy: 45, 90, 180, 360, 720 itd.
Kwinty: 80, 120, 180, 270, 405 itd.

Każde dwie sąsiednie liczby któregoś z podanych lub podobnych szeregów, dają wrażenie podniesienia różnicy wysokości tonu o pewną wielkość. Różnica ta dla pierwszego szeregu jest dla ucha większa niż dla drugiego.

Innego przykładu dostarczyła praktyka produkcji żarówek oświetleniowych. Wyobraźmy sobie pokój, zaciemniony starannie od zewnątrz, w którym u sufitu zawieszona jest kula mleczna. Jeżeli umieścić wewnątrz żaróweczkę z latarki kieszonkowej i normalnie rozżarzyć, to oświetlenie pokoju będzie bardzo słabe, odpowiednio do mocy żarówki, która pobiera około 0,6 wata. Dodanie drugiej takiej samej żarówki wewnątrz kuli da się odczuć jako pewien przyrost jasności oświetlonych przedmiotów. Jeżeli teraz wewnątrz kuli świecić będzie żarówka o mocy 60 W, to dodanie małej żaróweczki z latarki kieszonkowej będzie niedostrzegalne dla oka w postaci zwiększenia jasności przedmiotów oświetlonych. Aby odczuć różnicę jasności, należałoby zamienić żarówkę na inną, o mocy np. 100 W.

Wrażenie powiększenia jasności o pewną wielkość odczuwa oko ludzkie wówczas, kiedy rzeczywista jasność powiększy się pewną ilość razy. Opie-

rając się na tym spostrzeżeniu, przemysł ustalił pewne typy żarówek co do ich mocy. Najczęściej spotykane typy ułóżmy w szereg:

25 W; 40 W; 60 W; 100 W; 150 W; 200 W; 300 W, 500 W.

Różnica mocy między sąsiednimi typami nie jest jednakowa. Dla oka wzrost jasności będzie mniej więcej równomierny przy kolejnej zmianie żarówki na większą, ale pobory mocy i rzeczywista jasność, mierzona fotometrem, będą wskazywały na wzrost w pewnym stosunku, który wynosi mniej więcej od 2/3 do 3/4.

Pewne nieporozumienia w rozbieżności spostrzeżeń mogą być wywołane tym, że światło różnych żarówek może różnić się barwą. Przeważnie żarówki małej mocy wysyłają stosunkowo więcej promieni czerwonych i żółtych, niż żarówki większej mocy.

Podobne zjawisko zauważyć można przy powiększaniu mocy akustycznej głośnika. Jeżeli głośnik będzie nadawał ton o stałej częstotliwości drgań, ale o różnej mocy, to wrażenie słyszalne będzie wzrastało o pewną wielkość stałą, jeżeli wzrost mocy będzie się odbywał w stosunku stałym. I znowu praktyka przemysłowa potwierdza spostrzeżenia, dokonywane w laboratoriach. Okazało się bowiem, że powiększenie mocy, wypromieniowanej przez stację nadawczą, powoduje polepszenie słyszalności tej stacji, ale nie proporcjonalnie do zwiększenia jej mocy. Powiększenie mocy nadajnika w pewnym stosunku pociąga za sobą przyrost słyszalności o określoną wielkość. Pierwsze nadajniki foniczne posiadały moc rzędu 200 W. przy rozwoju radiofonii obserwuje się powiększenie tej mocy do rzędu jednostek kilowatów, następnie dziesiątek i w końcu setek kilowatów.

Większość wrażeń, które odbieramy zmysłami, podlega temu samemu prawu ilościowemu: wzrostowi mocy podniety w określonym stosunku odpowiada przyrost wrażenia o pewną wielkość. Słuszność tego prawa obserwować można w szerokich, lecz określonych granicach. Istnieje pewna dolna granica mocy podniety, poniżej której organizm ludzki w ogóle wrażenia nie odbiera, granica ta nosi nazwę progu czułości zmysłów. Odróżniamy względny i bezwzględny próg czułości, opierając się na spostrzeżeniach zaczerpniętych z życia.

Ogólnie wiadomo, że ucho nasze słyszy wyraźnie szept w nocy, kiedy uprzednio przez dłuższy czas nie było hałasów. Natomiast bezpośrednio po bliskich wystrzałach armatnich czy po zatrzymaniu hałaśliwego silnika samochodowego, szeptu usłyszeć nie możemy. Podobnie na tle innych dźwięków sygnały słabe są źle zrozumiałe lub wręcz niesłyszalne. Wtedy mówimy o względnym progu czułości. Zależy on nie tylko od akustycznych warunków zewnętrznych i kolejności wrażeń, ale i od indywidualnych cech wrażliwości ucha i nerwowości człowieka.

Badanie progu czułości doprowadziło do wniosku, że czułość zmysłów możemy „wyostrzyć“ przez odpowiednie przygotowanie do przyjmowania wrażeń, a więc np. zachowanie spokoju i unikanie podniet. Przebywając, np. dłuższy czas w ciemności, łatwo dostrzeżemy słabe światełko. Znaleziony wówczas próg czułości nazywa się bezwzględnym, oczywiście jest on również indywidualną cechą danego człowieka.

Jak istnieją barwy: podczerwone, o fali najdłuższej, i pozafiołkowe — o najkrótszej fali, niewidzialne dla oka, tak samo dźwięk o bardzo małej i bardzo wielkiej częstotliwości są dla ucha niesłyszalne. Zakres słyszalności jest bardzo różny u różnych ludzi. Przypuśćmy, że obieramy sobie pewien ton słyszalny i powiększamy moc akustyczną, począwszy od bezwzględnego progu słyszalności.

Prawo przyrostu wrażenia w zależności od stosunkowego wzrostu mocy, o którym była mowa wyżej może być stosowane w pełni z prawie dokładnie matematyczną ścisłością aż do granicy, kiedy odbieranie wrażenia zaczyna sprawiać ból, czyli do granicy bólu. W ten sposób określony został zakres stosowalności prawa przyrostu wrażenia, potwierdzony całkowicie przez praktykę. Świeże wspomnienia z minionej wojny mogą dostarczyć nam dowodu. W bezpośrednim sąsiedztwie wybuchającego dużego pocisku czy bomby nie słychać dźwięku, gdyż częstotliwość drgań jest zbyt mała, natomiast kontuzjowani odczuwali wstrząs i ból, aż do utraty życia. W większej odległości od detonacji wytwarzana fala dźwiękowa posiada już większą częstość drgań, słychać ją wyraźnie na dużych odległościach. Tony o częstotliwościach wysokich, ponad słyszalnych, przy odpowiednio dużej mocy, sprawiają ból. Doświadczenia wykazały, że ultradźwiękami można uśmiercić ryby i ptaki.

Matematyczne podstawy logarytmicznego układu jednostek pomiarowych.

Załóżmy, że głośnik promieniuje o określonej wysokości ton z mocą a watów. Aby powiększyć słyszalność o pewną wielkość należy moc akustyczną, a tym samym i moc, doprowadzoną do głośnika, powiększyć pewną ilość razy, którą oznaczymy przez g. Wtedy moc głośnika będzie wynosiła $a \cdot g$. Chcąc znowu zwiększyć słyszalność o tę samą wielkość, należy powiększy moc g razy, wynosić ona będzie teraz ag^2 itd.

Wielkości: a, ag, ag^2, ag^3 itd. tworzą trw. postęp geometryczny, w którym stosunek sąsiednich wyrazów jest wielkością stałą, równą g.

Z kolei ułóżmy w szereg logarytmy wyrazów podanego postępu geometrycznego. Jak wiadomo, logarytm iloczynu równy jest sumie logarytmów czynników, zaś logarytm potęgi równa się logarytmowi zasady pomnożonemu przez wykładnik potęgi. Stąd otrzymamy szereg liczb.

$$\lg a,\ \lg a + \lg g,\ \lg a + 2\lg g,\ \lg a + 3\lg g,\ \text{itd.}$$

Zestawmy oba szeregi jeden pod drugim.

$$\begin{array}{lllll} a & ag, & ag^2, & ag^3 & ag^4 \\ \lg a, & \lg a + \lg g, & \lg a + 2\lg g, & \lg a + 3\lg g, & \lg a + 4\lg g. \end{array} \quad (1)$$

Drugi zbiór liczb jest tzw. postępem arytmetycznym, w którym różnica między sąsiednimi wyrazami jest wielkością stałą. Łatwo zauważyć, że jeśli pierwszy szereg podaje wzrost mocy, to drugi szereg odpowiadać będzie przyrostowi wrażenia odbieranego przez słuch. Powstała więc myśl, aby logarytm mocy uważać za miarę wrażenia. Taki sposób mierzenia jednak nie wystarcza, gdyż słyszalność jest zależna od bardzo wielu czynników, jak otoczenie, uboczne szmery itp. nie tylko od mocy akustycznej głośnika. Dla przyrostu słyszalności głośnika miarodajny jest stosunek w jakim wzrasta jego moc akustyczna. Mierzy się więc stosunek mocy i logarytm tego stosunku odpowiada przyrostowi słyszalności, dlatego też uważa się go za miarę przyrostu wrażenia.

(D. c. n.)

Elementy RLC, budowa i pomiary

Urządzenia radiowe składają się z czterech zasadniczych elementów: z oporów, kondensatorów, cewek indukcyjnych (w tej grupie i transformatory) oraz lamp elektronowych. W poniższym artykule omówimy własności elementów pierwszych trzech grup. Lampy elektronowe będą tematem specjalnego artykułu.

1. Opory.

Oporem nazywamy element, na którym przy przepływie prądu I wydziela się ciepło określone równaniem Joule'a

$$Q = 0.24 \,.\, I^2 \,.\, R \,.\, t \text{ (kal.)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

I — prąd w amperach,
R — opór w omach,
t — czas w sekundach.

Jednostką praktyczną oporu jest 1 om (znak Ω) nazwaną na cześć fizyka Ohma.

Wzorcem praktycznym 1 oma jest opór słupa rtęci w temperaturze 0^0 C o wysokości 103.600 cm. jednostajnym przekroju i wadze 14,4521 g. (odpowiada to przekrojowi 1 mm^2).

Ostatnio wprowadza się jednostkę 1 om absolutny, wyprowadzoną z układu jednostek CGSM różniącą się od jednostki praktycznej o 0,5 promille (1 om międzyn. — 1,00051 oma absolut.).

Pochodnymi jednostkami są:

1 kiloom — znak kΩ — 1000 omów,
1 megom — znak MΩ (albo Meg.) — 1.000.000 omów (w literaturze amerykańskiej często spotyka się oznaczenie MO jako 1000 omów — mille – tysiące),
1 miliom — znak mΩ = $^1/_{1000}$ oma,
1 mikroom — znak μΩ = $^1/_{1000000}$ oma

W radiotechnice wartości stosowanych oporów zawarte są w granicach od kilku omów do kilkunastu megomów.

W związku z tak dużą rozpiętością spotykamy różne wykonania oporów. Tak więc istnieją opory drutowe i opory masowe (węglowe, metalizowane). Wszystkie opory niezależnie od wykonania posiadają dwie charakterystyczne wielkości, a mianowicie: wartość oporu (omów lub kiloomów itd.) oraz dopuszczalne obciążenie w watach, które opór znosi bez obawy o uszkodzenie. Normalnie opory wykonywane są na obciążenie ¼, ½, 1, 2, 4, 6, 10 watów.

Moc traconą na oporze określa wzór

$$P = I^2 \,.\, R = \frac{U^2}{R} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

gdzie

P — moc w watach,
I — prąd przepływający przez opór w amperach,
U — spadek napięcia w woltach na zaciskach oporu przy przepływie prądu I,
R — opór w omach.

Te ostatnie wielkości są związane ze sobą równaniem, tak zwanym prawem Ohma.

$$U = I \,.\, R \text{ a stąd } I = U/R$$

słowami można to wyrazić następująco:

Jeżeli przez opór R (w omach) przepływa prąd I (amper.), wtedy na zaciskach oporu powstaje spadek napięcia o wielkości U (woltów) równy iloczynowi **I. R.** albo — jezeli na napięcie U (woltów) włączymy opór R (omów), wtedy przez ten opór przepływa prąd I (amperów) równy ilorazowi U/R.

Dopuszczalna obciążalność oporu jest podyktowana jego maksymalną temperaturą a więc zależy od warunków chłodzenia. Chłodzenie to zależy od temperatury otoczenia i od czynnej powierzchni oporu. Przy dobrym chłodzeniu dopuszcza się jednostkowe obciążenie — 0,3 ÷ 0,4 W/cm^2.

Wartości oporów są normalnie wydrukowane na powierzchni. Na ostatniej stronie ub. numeru zamieszczony jest nomogram, który podaje prąd względnie napięcie jakim można obciążyć opór zależnie od jego wielkości.

Amerykanie a za nimi i niektóre państwa europejskie wprowadzili oznaczanie wartości oporów (a także kondensatorów stałych) przy pomocy kolorów.



Rys. 1 ab.

Opory zależnie od konstrukcji (końcówki równoległe do osi, albo prostopadłe) posiadają oznaczenia w różnych miejscach.

Rys. 1 ab wyjaśnia sposoby oznaczeń. W konstrukcji pierwszej (1a) pasek A oznacza pierwszą znaczącą cyfrę w omach, B — drugą znaczącą cyfrę w omach, C — mnożnik dziesiętny, D — tolerancję w procentach; jeżeli nie ma paska kolorowego oznacza to tolerancję ± 20%. W konstrukcji drugiej (1b) kolor podstawowy (A) oznacza pierwszą znaczącą cyfrę, kolor końcówki (B) drugą znaczącą cyfrę, kolor paska lub kropki (C) oznacza mnożnik dziesiętny, kolor końcówki (D) tolerancję.

Kolory odpowiadające oznaczeniom podane są w tabeli I.

TABELA I.

Kolor	Znacząca cyfra	Mnożnik dziesiętny	Tolerancja % (RMA 1938)
Czarny	0	1	
Brązowy	1	10	
Czerwony	2	100	
Oranżowy	3	1000	
Żółty	4	10000	
Zielony	5	100000	
Niebieski	6	1000000	
Fioletowy	7	10000000	
Szary	8	100000000	
Biały	9	1000000000	
Złoty	—	0,1	± 5
Srebrny	—	0,01	± 10
Bez koloru	—		± 20

Opory drutowe (zewnątrz izolowane) o konstrukcji jak na rys. 1a są również znaczone według powyższego klucza, z tym tylko, że pasek A jest podwójnej szerokości.

Przykłady:

Opór 75 Ω o tolerancji 10%; pasek (A) — fiolet, (B) — zielony, (C) — czarny, (D) — srebrny.

Opory nie oznaczone kodem kolorowym wykonywane są zwykle z tolerancją ± 10%, przy większej dokładności mają odpowiedni napis (np. 1%).

Fotografie oporów przedstawione są na rys. 2.

Opory drutowe nawinięte są na rurce porcelanowej lub szklanej i zakończone odpowiednimi końcówkami. Dla uniknięcia ewentualnych uszkodzeń mechanicznych, często pokrywa się je emalią lub specjalnym cementem.

Materiałem oporowym jest na ogół chromonikielina (np. 65 Ni 12 Cu 23 Fe).

Opór drutów obliczyć można ze wzoru:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{q} \text{ ... omów} \quad . \; . \; . \quad (3a)$$

albo

$$R = \frac{l}{k \cdot q} \text{ ... omów} \quad . \; . \; . \quad (3b)$$

gdzie R — opór w omach,

ρ — opór właściwy materiału (opór drutu o długości 1 m i przekroju 1 mm²),

l — długość w metrach,

q — przekrój drutu w mm²,

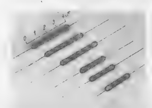
k — przewodność właściwa $\frac{1}{\rho}$.

Opór właściwy miedzi 0,0176 Ω/mm², m
chromonikieliny 1,08 Ω/mm², m
konstantan (55 Cu 45 Ni) 0,49 Ω, mm² m

Jak zatem widać, ze względu na pożądane małe wymiary oporów, materiał oporowy powinien mieć jak największy opór właściwy. Oprócz chromonikieliny stosuje się również w specjalnych warunkach materiał „Ohmax" o oporze właściwym około 1,67 Ω/mm².

Opory drutowe wykonuje się do wartości kilkunastu tysięcy omów większe wartości ze względu na wymiary wykonuje się jako **opory masowe**. Opory tego rodzaju wykonane są z kompozycji sproszkowanego węgla lub grafitu z odpowiednim materiałem wiążącym. Wykonane są one w formie krótkich prętów zakończonych końcówkami.

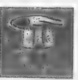
W innym wykonaniu (do tej grupy należą także opory metalizowane) materiał oporowy jest natryskany na rurkę izolacyjną (ceramiczną), a następnie nacinany specjalnymi tarczami wzdłuż linii śrubowej. Tego typu opory są najczęściej spotykane. Warstwa oporowa jest tu jakby pasek oporowy owinięty dokoła rurki ceramicznej. Zależnie od grubości warstwy i ilości zwojów (nacięć) wykonuje się te opory w jednostkach od kilkudziesięciu omów do kilku megomów. Warstwa oporowa pokryta jest lakierem, który oprócz ochrony przed wpływami zewnętrznymi spełnia rolę izolacji (do 500 V). Opory



Rys. 2.

tej grupy posiadają wiele wad; są niestałe w czasie, zależą od wielkości przyłożonego napięcia, a poza tym są źródłem szumów w odbiornikach i wzmacniaczach. Po załączeniu prądu przez pewien czas spadek napięcia na oporze ulega wahaniom na skutek zmienności styku pomiędzy poszczególnymi cząstkami przewodzącymi. Zmiany oporu wywołują szumy i dlatego nie powinno się oporów tego typu stosować w obwodach siatkowych pierwszych stopni wzmacniaczy. Oprócz oporów stałych używa się

również w różnego rodzaju regulatorach (np. siły głosu, barwy tonu) opory zmienne czyli tak zwane popularnie potencjometry. Podobnie jak opory stałe wykonane są one jako drutowe (do około 100000 omów) oraz jako „węglowe" dla wartości od kilkuset omów do kilku megomów.



Rys. 3.

W pierwszym wykonaniu izolowany, (np. utleniony) drut oporowy nawinięty jest na pasku z materiału izolacyjnego (np fibra, preszpan) i umocowany na cylindrycznym korpusie. Na ruchomej osi umieszczony jest ślizgacz ze sprężystego materiału (np. fosforbrąz), który przy obracaniu zwiera po szczególne zwoje. Rys. 3 przedstawia przykład rozwiązania.

Wartości takich oporów zawarte są od kilku do około 100000 omów. Potencjometr masowy (węglowy) przedstawiony jest na rys. 4.

Na okrągłej płytce izolacyjnej (bakelit) natryskana jest w formie kołowej w kącie około 300° warstwa z masy np grafitowej. Na obu końcach (czasem dodatkowo w środku) natryskana jest warstwa metalu, do którego przynitowane są końcówki. Przez środek przechodzi oś, z umocowanym sprężynującym ślizgaczem.

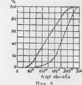
Aby nie zdzierać delikatnej warstwy, do ślizgacza umocowany jest sztyfcik węglowy (grafitowy), który bezpośrednio ślizga się po warstwie oporowej. Potencjometr na zewnątrz otoczony jest metalowym pudełkiem, spełniającym rolę ekranu. Często łącznie z potencjometrem zbudowany jest wyłącznik sieciowy. W zależności od przeznaczenia potencjometry posiadają różny przeb.eg oporności w funkcji kąta obrotu. I tak odróżnia się potencjometry o charakterystyce prostolinijnej (arytmetycznej) i wykładniczej („logarytmicznej") (rys. 5).



Rys. 4.

W pierwszym typie wartość oporu jest proporcjonalna do kąta obrotu (krzywa 1).

W drugim typie (krzywa 2) w początkowych kątach obrotu, wartość oporu zwiększa się nieznacznie, a przy końcowych wzrasta szybko do maksymalnej wartości. W regulacji, która ma być przystosowana do charakterystyki ucha ludzkiego używa się potencjometrów logarytmicznych.



Rys. 5.

Do urządzeń pomiarowych stosuje się potencjometry prostolinijne czyli arytmetyczne.

Stosownie do tych nazw potencjometry posiadają oprócz wartości znak lin lub ar (linear arytmetyczny) albo log. (logarytmiczny).

ZALEŻNOŚĆ WARTOŚCI OPORÓW OD CZYNNIKÓW ZEWNĘTRZNYCH.

Wpływ temperatury.

Przy zmianie temperatury zmienia się opór właściwy materiału a stąd i opór całkowity. Zależność tę określa wzór:

$$R_{t_2} = R_{t_1} [1 + \alpha (t_2 - t_1)]$$

gdzie R_{t_2} — wartość oporu w temperaturze t_2
R_{t_1} — wartość oporu w temperaturze t_1
α — spółczynnik cieplny oporu,
t_2, t_1 — temperatura w °C.

Zależnie od materiału spółczynnik α posiada różną wartość, przy czym dla metali czystych — $\alpha \cong 0{,}004$; zwykle podaje się wartość oporu dla $t_1 = 20°$ C i dla tej samej temperatury spółczynnik α. Na ogół metale posiadają spółczynnik α dodatni to znaczy ze wzrostem temperatury opór rośnie. Dla celów pomiarowych stworzono specjalne oporowe stopy, których spółczynniki są b. małe. Tak np. konstantan ma sp. cieplny równy praktycznie zeru, dla chromonikieliny $\alpha = 0{,}0002$ to znaczy, że opór przy zmianie temperatury o 1° C zmienia swą wartość o 0,02%. W technice pomiarowej często podaje się przyrost oporu na 10° C, a więc przy chromonikielinie wzrost temperatury o 10° C zmieni wartość oporu o 0,2%. Dla porównania miedź posiada spółczynnik $\alpha = 0{,}004$, to znaczy, że przy wzroście temperatury o 10° C opór wzrośnie o 4%.

Węgiel (grafit) używany w oporach masowych ma spółczynnik α ujemny około: — 0,001, to znaczy,

że przy wzroście temperatury o 10° C opór maleje o 1%.

W związku z tym należy pamiętać o możliwie małym nagrzaniu tego rodzaju oporów, zwłaszcza przy urządzeniach pomiarowych.

Wpływ częstotliwości.

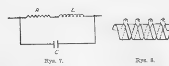
Przy częstotliwościach wysokich skutkiem pola magnetycznego wewnątrz przewodnika i związanych z nim prądów wirowych, gęstość prądu (prąd na jednostkę powierzchni) w przekroju przewodnika nie jest rozłożona równomiernie, lecz posiada przebieg jak na rys. 6.

Na skutek tego tzw. efektu naskórkowego (skin-effect) znaczna część prądu płynie właściwie przez cienką warstwę zewnętrzną przewodnika, zaś warstwa środkowa jest zupełnie niewykorzystana.

Mamy więc tutaj jakby zmniejszenie czynnego przekroju przewodnika, a w związku z tym powiększenie oporu.



Rys. 6.



Rys. 7. Rys. 8.

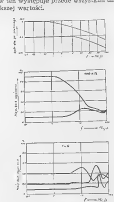
Dokładniejsze omówienie skinefektu znajdzie Czytelnik w rozdziale o cewkach; tu zaznaczymy tylko, że opór dla prądu zmiennego rośnie ze średnicą przewodnika, z pierwiastkiem częstotliwości i przenikliwości materiału oraz odwrotnie proporcjonalnie do pierwiastka z oporności właściwej. Zatem dla materiałów oporowych o małej średnicy i dużej oporności właściwej różnica pomiędzy oporem dla prądu stałego i zmiennego będzie mała. Oprócz tego ze wzrostem częstotliwości duży wpływ mają pojemność (C) i indukcyjność (L) własna oporów. Ogólnie biorąc, układ zastępczy oporu ma postać jak na rys. 7, a wartość wypadkową oporu obliczyć można ze wzoru

$$R_W = R[1 + \omega^2 C(2L - R^2 C)] \quad (4)$$

gdzie R — opór w omach,
L — indukcyjność w henrach,
C — pojemność w faradach,

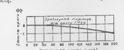
$\omega = 2\pi f$; f — częstotliwość w c/s

Jak widać ze wzoru, jeżeli tak się opór skonstruuje, że $2L = R^2 C$, wtedy opór będzie niezależny od częstotliwości. W pewnym zakresie można to zrobić przez specjalne nawinięcia, omówienie których przekracza ramy niniejszego artykułu. W oporach drutowych indukcyjność tworzy uzwojenie; w masowych „pasek" z masy oporowej natryskanej dokoła rurki (rys. 8). Pomiędzy poszczególnymi zwojami oraz końcówkami istnieją pojemności, których wypadkowa wartość wynosi „C". Przy oporach masowych największą rolę gra pojemność własna oporu. Wpływ ten występuje przede wszystkim dla oporów o większej wartości.



Rys. 9 a b c.

Rysunki 9, a, b, c przedstawiają zależność oporu od częstotliwości, dla oporów masowych (a), dla potencjometrów drutowych (b) i dla węglowych (c). Wykresy te podajemy dla zorientowania Czytelników w przydatności danych typów oporów w układach, gdzie mamy do czynienia z wielką częstotliwością.



Rys. 10.

Oprócz wpływu temperatury i częstotliwości na wielkość oporu wpływają: wilgotność, wysokość przyłożonego napięcia (rys. 10 dla oporów masowych) czas pracy itp.

Pomiary oporów.

Zależnie od wymaganej dokładności istnieją różne metody pomiarowe oporów. Najczęściej stoso-

wana przez amatorów jest metoda techniczna. Wychodzimy tu z prawa Ohma a mianowicie, że opór równy jest ilorazowi napięcia i prądu.

$$R_x = \frac{U_r}{I_r}$$

Zatem najogólniej biorąc musimy mierzyć napięcie na oporze i prąd przepływający przez niego (Rys. 11).

Równolegle do oporu włączamy woltomierz a w szereg z nimi amperomierz. Jak widać z rysunku amperomierz mierzy prąd całkowity (I), będący sumą prądów Ir i Iw (woltomierza).

Przy obliczaniu oporu musimy uwzględnić prąd pobierany przez woltomierz, a zatem równanie będzie miało postać $R_x = \frac{U_r}{I - I_w}$

Ponieważ prąd woltomierza równy jest napięciu Ur podzielonemu przez opór wewnętrzny woltomierza Rw, zatem wzór nasz będzie miał postać

$$R_x = \frac{U_r}{I - \frac{U_r}{R_w}}$$

Następujący przykład wyjaśni to:

Woltomierz o oporze wewnętrznym Rw = 300 omów wskazuje na nieznanym oporze Rx spadek napięcia 30 woltów. Amperomierz wykazuje prąd 1 ampera; zatem mierzony opór wynosi:

$$R_x = \frac{30}{1 - \frac{30}{300}} = \frac{30}{1 - 0,1} = 33,3 \text{ omów}$$

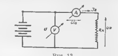
Obliczanie poprawki spowodowanej prądem woltomierza jest kłopotliwe. Ze wzoru (1) widzimy, że poprawka jest tym mniejsza im większy opór wewnętrzny w stosunku do oporu mierzonego. Jeżeli np. opór woltomierza będzie 3000 Ω, tj. 100 razy większy od oporu Rx wtedy poprawka wyniesie $\frac{U_R}{R_w} = \frac{30}{3000} = 0,01 = 1\%$, a zatem przy niezbyt krytycznych pomiarach możemy ją pominąć i obliczać wprost ze wzoru.

$$R_x = \frac{U_r}{I}$$

Rys. 11.

Taki układ stosujemy przy pomiarach małych oporów. Dla wielkich oporów (rzędu oporu woltomierza i większych) stosuje się układ jak na rys. 12.

Jak widzimy amperomierz mierzy tu prąd przepływający przez opór Rx, ale za to woltomierz wskazuje napięcie na oporze Rx i amperomierzu, a zatem



Rys. 12

wzór na obliczenie oporu Rx ma postać następującą

$$R_x = \frac{U_R}{I_R} = \frac{U - U_a}{I_r}$$

Spadek napięcia na amperomierzu równy jest iloczynowi prądu I_R i oporu wewnętrznego amperomierza R, a zatem

$$R_x = \frac{U - I_r \cdot R_a}{I_r}$$

Przykład:

Woltomierz wskazuje napięcie U = 10 woltów, amperomierz prąd I_r = 10 miliamperów. Opór amperomierza = 100 omów, wtedy

$$R_x = \frac{10 - 0,01 \cdot 100}{0,01} = 900 \text{ omów}$$

Podobnie i w tym wypadku, gdy opór amperomierza będzie o wiele mniejszy od oporu mierzonego np. 100 razy, wtedy poprawka będzie do pominięcia, a więc np. R amp. = 10 omów wtedy Ir Ra = 0,01.10 = 0,1 wolta, a zatem 1% U i możemy poprawkę pominąć. Dla takich warunków obliczać możemy opór ze wzoru:

$$R_x = \frac{U}{I_R}$$

W praktyce amatorskiej stosowanie dwu przyrządów jest kosztowne. Ze wzoru powyższego widzimy, że jeżeli napięcie zasilające układ będzie stałe, wtedy możemy wycechować wprost amperomierz w wartościach mierzonych oporów. Najmniejszy mierzony opór będzie określony maksymalnym prądem amperomierza $R_{min} = \frac{U}{I_{max}}$

Aby mierzyć większe opory włączymy w szereg z amperomierzem (miliamperomierzem) opór określony napięciem U i prądem I max, a zatem opór o wielkości wyżej wyliczonej. W ten sposób nasz miliamperomierz zamieni się na woltomierz o zakresie U.

Na przykład mamy miliamperomierz o zakresie 10 mA o oporze wewnętrznym 10 omów. Jeżeli w szereg z tym miliamperomierzem włączymy opór 9990 omów, wtedy całkowity opór wyniesie 10000

omów i aby otrzymać pełne wychylenie przyrządu (10 mA) musimy go włączyć na napięcie 0,01. 10000 = 100 woltów, a zatem mamy obecnie woltomierz do pomiarów napięć do 100 woltów. Jeżeli teraz w szereg z woltomierzem włączymy opór R = 5000 omów, wtedy przy napięciu 100 woltow popłynie

$$\text{prąd } \frac{100 \text{ woltów}}{10.000 + 5000} = 6{,}67 \text{ mA};$$

włączmy teraz opór inny np. 10000 omów, wtedy popłynie prąd

$$\frac{100}{10.000 + 10.000} = 5\text{mA}$$

i jeszcze włączymy opór 20000 omów, wtedy prąd wyniesie

$$\frac{100}{10000 + 20000} = 3{,}33 \text{ mA}$$

Jeżeli skala naszego przyrządu podzielona była na 10 działek (10 mA) wtedy na odpowiednich działkach napisać możemy wprost wartości w omach

Rys. 13.

i otrzymamy w ten sposób omomierz. Włączając inne opory możemy w ten sposób, uzyskać inne punkty. Prądowi równemu zeru odpowiadać będzie opór nieskończenie wielki. Rys .(13) przedstawia skalę z naniesionymi wartościami oporu.

Zamiast przeliczać każdorazowo dla różnych napięć i przyrządów wyprowadzimy równanie, przy pomocy którego będziemy mogli obliczyć skalę omomierza ze stosunku oporu mierzonego do oporu woltomierza.

Gdy opór $R_x = 0$ wtedy prąd przyrządu równa się

$$I_{max} = \frac{U}{R_w} = \text{liczba stała} \cdot \alpha_{max}$$

gdy włączymy opór Rx wtedy popłynie prąd

$$I_x = \frac{U}{R_w + R_x} = \text{liczba stała} \cdot \alpha_x$$

α_{max} — maksymalna ilość działek odpowiadająca prądowi I_{max} (u nas $\alpha_{max} = 10$)

α_x — ilość działek odpowiadająca prądowi I_x

$$\frac{I_{max}}{I_x} = \frac{\alpha_{max}}{\alpha_x} = \frac{R_w + R_x}{R_w} = 1 + \frac{R_x}{R_w}$$

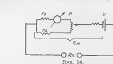
$$\text{a stąd } \alpha_x = \frac{\alpha_{max}}{1 + \frac{R_x}{R_w}} \qquad (5)$$

W ten sposób mając dowolny woltomierz o znanym oporze wewnętrznym potrafimy go zawsze wycechować jako omomierz według jego skali zasadniczej.

Przypatrując się wzorowi (5) widzimy, że gdy $R_x = R_w$ wtedy

$$\alpha_x = \frac{\alpha_{max}}{2}$$

a zatem opór oznaczony w środku skali ma wartość oporu wewnętrznego woltomierza. Na podobnej zasadzie zbudowane są omomierze znajdujące się na

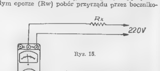


Rys. 14.

rynku. Ponieważ przy zasilaniu np. z bateryjki należy się liczyć ze zmianą napięcia baterii (a równanie zostało wyprowadzone dla stałego oporu wewnętrznego Rw i napięcia U przy obu pomiarach) omomierze posiadają elementy, przy pomocy których doprowadza się dla Rx = 0, wskazówkę przyrządu na maksymalne wychylenie.

Przykład układu stosowanego przedstawia rys. 14. W miarę zużywania się baterii napięcie jej spada i przez przesuwanie ślizgacza potencjometru (P) do góry, pobór prądu całego układu zmniejsza się. Przy nowej baterii potencjometr przesuwa się w dół, wtedy pobór prądu się zwiększa (przy stałym maksymalnym wychyleniu wskazówki miliamperomierza).

Opór R w stosunku do r_1 i r_2 dobiera się o takiej wielkości, aby w czasie przesuwania ślizgacza potencjometru zmiana oporu wypadkowego (Rw) była do pominięcia. Zamiast regulacji potencjometrem stosuje się zmienny opór szeregowy (daje większe błędy, bo zmienia się Rw), albo reguluje się przy stałym oporze (Rw) pobór przyrządu przez bocznikowanie magnetyczne systemu pomiarowego. Nie mając wycechowanego omomierza, możemy mierzyć opory porównując wychylenia woltomierza przy stałym napięciu (U), raz bez oporu (Rx=0) a drugi raz z oporem Rx, połączonym w szereg, wtedy w pierwszym wypadku



Rys. 15.

$$I_1 = K \cdot \alpha_1 = \frac{U}{R_w}$$

$$I_2 = K : \alpha_2 = \frac{U}{R_w + R_x}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{R_w + R_x}{R_w} = 1 + \frac{R_x}{R_w}$$

$$\text{stąd } R_x = \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2} - 1\right) R_w \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

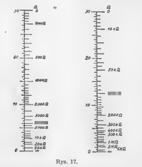
Na przykład popularny woltomierz typu Multavi ma na zakresie 300 V opór wewnętrzny 100000 omów (333,3 omów/wolt). Przy załączeniu na sieć 220 V

Rys. 16

wskazówka wychyliła się na — 22 działkę. Po załączeniu oporu Rx wskazówka wychyliła się na — 8 działkę, wtedy $Rx = \left(\frac{22}{8} - 1\right) . 100000 = 175000\ \Omega$

Korzystając z zakresu niskowoltowego możemy mierzyć i mniejsze opory. Na zakresie 6 V opór Rw = 2000 omów. Korzystając z akumulatora 4V otrzymujemy $\alpha_1 = 20^0$ a przy oporze Rx wychylenie $\alpha_2 = 15^0$

$$\text{stąd } Rx = \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2} - 1\right) . Rw = \left(\frac{20}{15} - 1\right) . 2000 \cong 660\ \Omega$$



Rys. 17.

Jeszcze lepiej możemy wykorzystać przyrząd w układzie jak na rys. 16.

Równolegle do przyrządu na zakresie 3 mA włączamy opornik (potencjometr) o wartości około 1000 omów, a w szereg z nimi opór szeregowy (r₃) — 780 omów. Układ zasilamy z bateryjki 4,5 woltowej. Przy zwarciu końcówek oznaczonych Rx (Rx=0) regulujemy opornikiem aż wskazówka wychyli się maksimum (α max), następnie włączamy mierzony opór (Rx), a wskazówka wychyli się w położenie α_x Ze wzoru (6) obliczymy Rx, wstawiając za

$$\alpha_1 \quad \alpha_{max}$$
$$\text{za } \alpha_2 \quad \alpha_x$$

Przyjmując różne wartości na Rx obliczymy odpowiadające temu oporowi wychylenie α ze wzoru (5). Opór wewnętrzny tego układu (Rw) zmienia się w granicach 1010 ÷ 980 omów dla napięć baterii od 4 ÷ 4,5 wolta. Przyjmujemy R_W średnio 1000 omów i tę wartość wstawiamy do wzoru (5)

Po obliczeniu rysujemy skalę omową (skala lewa) rys. 17 w zależności od skali zasadniczej przyrządu W ten sposób możemy mierzyć opory od 100 do 10000 omów. Dla pomiarów większych opory musimy zastosować wyższe napięcie. Najprościej to zrobić zasilając układ ze sieci przez prostownik selenowy jak to przedstawia rys. 18, (należy pamiętać, że jeden z przewodów jest pod pełnym napięciem sieci w stosunku do ziemi).

Rys. 18.

Opór Rw w tym wypadku wynosi 71000 omów. Po obliczeniu rysujemy skalę (prawa na rys. 17); na tym zakresie możemy mierzyć opory od 10K do 1 Meg. Praktyczniej jest wykreślić skalę na twardym papierze rysunkowym (rys. 19) wyciąć i przyłożyć na okienko przyrządu. W czasie pomiaru możemy wprost odczytywać wartość oporów w omach. Dla pomiarów mniejszych oporów stosuje się układ jak na rys. 20. W takim układzie bocznikujemy przyrząd mierzonym oporem. Gdy opór Rx = 0 (zwarcie) wtedy wskazówka stoi na zerze; gdy Rx = ∞ (przerwa) wskazówka wychyla się na maksimum.

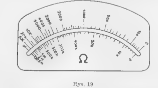
Zakładając, że w czasie pomiaru napięcie zasilające „U" jest stałe, wyprowadzić można równanie:

$$\frac{\alpha_{max}}{\alpha_x} = \frac{R_1\left(\frac{R_w}{R_x} + 1\right) + R_w}{R_1 + R_w} \quad \ldots\ldots \quad (7a)$$

jeżeli opór szeregowy R_1 jest przynajmniej 10 razy większy od oporu przyrządu Rw wtedy równanie można uprościć (błąd wychylenia mniejszy o 2,5% w stosunku do wychylenia pełnego) i otrzymamy:

$$\frac{\alpha_{max}}{\alpha_x} \cong \frac{R_m}{R_x} + 1 \text{ a stąd } \alpha_x = \frac{\alpha_{max}}{1 + \frac{R_w}{R_x}} \quad \ldots (7b)$$

Zakładając różne wartości Rx możemy obliczyć i narysować skalę podobnie jak poprzednio. Obiera-

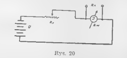


Rys. 19

jąc n. p. pomiar na zakresie 60 mA (Multavi II opór Rw $\cong$ 20 Ω) możemy mierzyć opory od 2,0 do 200 omów. Na środku skali wypadnie Rx = 20 omów. Napięcie zasilające zgodnie z naszymi założeniami ($R_1 \geq$ 10 Rw) powinno wynosić około 13 woltów.

Ostatecznie można zastosować niższe napięcie n. p. 4,5 wolta i obliczyć skalę omową według wzoru (7a).

Za przykład wzięliśmy przyrząd Multavi II; oczywiście na podstawie wyprowadzonych wzórów możemy przecechować dowolny przyrząd. Opisane metody (z jednym przyrządem) pozwalają na pomiar z dokładnością do 5%. Bardziej dokładne pomiary wykonać można przy pomocy mostków opartych na zasadzie mostka Wheatstone'a (czytaj Uitstona). Przykładem takiego przyrządu jest mostek „Pontavi", czy też ostatnio wyprodukowane w kraju przez firmę „Era" pod Warszawą. Przyrządy te pozwalają na pomiar oporów od 0,05 do 50000 omów z dokładnością 0,5% na średnich zakresach i około 2 — 5% przy najniższym i najwyższym zakresie.



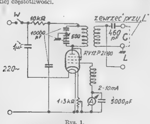
Rys. 20

Mostki oporowe opiszemy szczegółowo wraz z mostkami dla pomiarów indukcyjności i pojemności.

H. D.

Prosty przyrząd do pomiarów indukcyjności

Opisany w poprzednim numerze przyrząd do pomiarów pojemności z powodzeniem może być użyty również do pomiaru cewek. W warunkach laboratoryjnych cewki mierzy się specjalnymi przyrządami (Q-meter), które pozwalają oprócz pomiarów indukcyjności określić również dobroć cewki przy wielkiej częstotliwości.



Rys. 1.

Wymagania amatora nie są takie wysokie. Pomiar z dokładnością ±5% jest wystarczająco dobry, zwłaszcza, że ostateczne wyrównanie indukcyjności ma miejsce przy strojeniu odbiornika. Poza tym do pewnego stopnia można i przy pomocy opisanego przyrządu zgrubsza zorientować się co do dobroci badanej cewki.

Wielkości stosowanych w praktyce amatorskiej cewek wynoszą od 70μ H (cewki oscylatora) do około 7 mH (cewki pośredniej częstotliwości f = 128 kc/s).

Cewki krótkofalowe ze względu na małą ilość zwojów i stosunkowo gruby drut łatwo „na oko" określić czy są dobre czy nie.

Aby mierzyć cewki musimy w naszym przyrządzie zrobić małe zmiany (wg. rys.1) przede wszystkim dorabiamy trzeci zacisk, a następnie zmienimy cewki. Pomiar odbywa się w ten sposób, że równolegle do obwodu rezonansowego włączamy badaną cewkę. Częstotliwość rezonansowa takiego obwodu określona jest pojemnością i wypadkową indukcyjnością obydwu cewek połączonych równolegle.

Z rozważań teoretycznych wynika, że dla pomiaru cewek w zakresie od 70μH do 7 mH potrzebna jest indukcyjność L, rzędu 0,6 — 0,7 mH. Jest to wartość jaką mają w przybliżeniu cewki transformatorów pośredniej częstotliwości dla f = 465 kc/s. Na pewno u każdego znajdzie się jakiś stary zespół, który uzupełnimy cewką reakcyjną (40 — 60 zwojów

(∅0,15). Cewka reakcyjna leży w obwodzie **siatki!!!** Przy takiej cewce i kondensatorze 500 pF osiągnięto zakres pomiarowy od 50 μH do 10 mH.

Najbardziej kłopotliwą sprawą jest wycechowanie przyrządu. Do tego celu musimy sporządzić sobie kilka cewek o znanej indukcyjności. Korzystając z wykresów w Nr. 9 (nomogram 8) nawiniemy na posiadanych rdzeniach odpowiednią ilość zwojów dla wartości 50 μH, 0,2 — 1 — 2 — 5 mH.

Jeżeli nie posiadamy danych rdzeni musimy nawinąć według nomogramu z nr. 8 Ra cewki powietrzne i zmierzyć je przy pomocy signalgeneratora jak to opisano w Nr. 10.

Cechowanie

Zwieramy zaciski 1—2 (od góry na szp. 1) i włączamy cewkę pomiędzy zacisk 3 i 2; kręcimy skalą kondensatora i gdy częstotliwości rezonansowe obydwu obwodów będą sobie równe, wskazówka miliamperomierza wskaże minimum prądu. Opornik regulujemy tak, aby pracować w najlepszych warunkach (patrz artykuł w Nr. 4).



Rys. 2a. Widok zewnętrzny modelu.

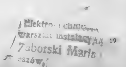
Dla danych cewek notujemy punkty rezonansu, rysujemy krzywą podobnie jak dla kondensatorów (str. 19 rys. 2 Nr. 4 Ra) i ewentualnie z powrotem nanosimy wartości na skalę. Przy pomiarach pojemności rozwieramy zaciski 1 — 2 i pomiędzy nie włączamy badane kondensatorki.



Rys. 2b. Wnętrze modelu.

Jak wspomnieliśmy, w przybliżeniu określić możemy również stratność kondensatora lub cewki.

Jeżeli nastroimy na minimum wychylenia i wyłączymy badaną cewkę (kondensator), wtedy wychylenie miliamperomierza wzrośnie. Przyrost wskazań jest w pewnym stopniu porównawczą miarą dobroci badanego elementu. Sprawdzić to możemy porównując przyrost dla kondensatora powietrznego i dla papierowego, różnica wyniesie kilka działek. Tak samo jeżeli zerwiemy kilka drucików licy, z której nawinięta jest badana cewka, otrzymamy mały przyrost prądu siatkowego. Wykonany model przedstawia rys. 2, jest to najprostsze rozwiązanie przyrządu do pomiaru cewek i kondensatorów, o dokładności wystarczającej przeciętnemu amatorowi.



Przegląd schematów

Schemat 27.

Wzmacniacz 50W typ AB produkowany przez Państwową Wytwórnię Radiotechniczną, w Łodzi, stosowany w radiowęzłach Polskiego Radia.

Budowany jest w zespołach przenośnych oraz jako zespół stacyjny 100 W (2 wzmacniacze po 50 W). Składa się ze stopni wstępnych (oporowe) drivera (wzmacniacza sterującego) oraz stopnia końcowego na dwu lampach 6L6 w układzie przeciwsobnym. Lampy te w klasie AB_2 (z prądem siatki) dają około 45 — 48 wat wyjścia przy zniekształceniach nie większych niż 8%.

Wzmacniacz zasilać można z mikrofonów o różnych czułościach, z adapteru, odbiornika i linii transmisyjnej. Przełączanie odbywa się w obwodzie siatki drugiej lampy; minimalne napięcie potrzebne do pełnego wysterowania wynosi na wejściu pierwszej lampy 0,5 mV, dla innych wejść 25 mV.

Wejście z linii transmisyjnej zabocznikowane jest oporem 1000 Ω. Opór ten równy t. zw. oporowi falowemu linii, ma zadanie zapobiec powstawaniu fal stojących, które by pogorszyły charakterystykę częstotliwościową linii. Transformator o przekładni 1 : 1 umożliwia uziemienie jednego końca uzwojenia.

Linii transmisyjnej nie można wprost załączyć pomiędzy ziemię a siatkę lampy. Uziemienie jednego przewodu linii wprowadza asymetrię i zwiększa się przesłuch z innych linii telefonicznych.

Napięcie z potencjometra podaje się na siatkę drugiej lampy, która pracuje jako wzmacniacz oporowy; identyczną funkcję spełnia lampa trzecia.

Po nich następuje stopień sterujący t. zw. driver (czytaj drajwer), który steruje i dostarcza mocy do obwodu siatek lamp końcowych.

Wzmacniacz końcowy pracuje w kl AB_2, w której napięcie siatkowe w szczytowej swej wartości jest dodatnie i wywołuje prąd siatkowy. Zatem w każdej półfali płyną krótkie impulsy prądu siatkowego. Na skutek tego stopień poprzedni musi pokryć straty w obwodzie siatkowym i dostarczyć pewnej mocy. Krótkie impulsy prądu siatkowego wywołują spadki napięć w transformatorze, na oporach i indukcyjności rozproszenia, a w związku z tym napięcie sterujące jest zniekształcone. Aby zapobiec, ewentualnie zmniejszyć te zniekształcenia, lampa sterująca musi mieć rezerwę mocy kilkakrotnie większą aniżeli pobiera obwód siatek, poza tym należy zmniejszyć wszystkie opory w obwodzie, a więc opór wewnętrzny lampy sterującej (transformatory do obwodu wtórnego), transformator musi być bardzo starannie nawinięty (mała indukcyjność rozproszenia) i mały opór uzwojeń.

Z tego powodu w driverze pracuje lampa 6L6 o mocy admisyjnej 20 W, połączona w układzie triody dla zmniejszenia oporu wewnętrznego, a transformator posiada przekładnię obniżającą 2 : 1 (dla jednej połówki) przez co opór lamp (przetransformowany) jest 4 razy mniejszy.

Opory 100 Ω w siatce lamp 6L6 zapobiegają oscylacjom pasożytniczym.

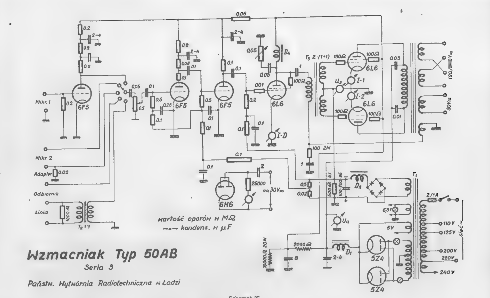
Aby nie nasycać rdzenia transformatora prądem stałym, w obwodzie anodowym drivera włączony jest dławik, a prądy małej częstotliwości płyną do transformatora poprzez kondensator 4 μ F. Transformator wyjściowy posiada po stronie wtórnej 4 uzwojenia, 2 z nich dostarczają napięcia po 120V i pracują równolegle lub w szereg (240V) a trzecie napięcie 30V. Są to typowe napięcia zasilające linie i głośniki w radiowęzłach. Czwarte uzwojene służy dla ujemnej reakcji działającej na stopień sterujący.

Warunki pracy lamp sprawdza się przyrządem włączanym przy pomocy przełącznika (nie uwzględniony na schemacie) w odpowiednie punkty układu.

W ten sposób kontroluje się prądy drivera i lamp końcowych oraz napięcia anodowe i siatkowe. Napięcie wyjściowe na uzwojeniu 30V mierzy się woltomierzem szczytowym z diodą. Barwę tonu zmienia się zmiennym oporem bocznikującym wraz z kondensatorem obwód anodowy drivera. Zasilacz wzmacniacza składa się z prostownika anodowego (2 lampy 5Z4) oraz siatkowego z prostownikiem selenowym. Filtry dławikowo-kondensatorowe i oporowe wygładzają wystarczająco napięcia stałe.

Dodatkowe dane:

1) Charakterystyka częstotliwości w zakresie od 100 — 6000 c/s ma odchylenie w granicach 2db.
2) Zniekształcenie nie większe jak 8% dla mocy 45W. przy 400 c/s.
3) Napięcie szumów własnych poniżej 1% w stosunku do nominalnego napięcia wyjściowego.
4) Moc pobierania z sieci przy biegu luzem 115VA przy pełnym wysterowaniu 220VA.


Wzmacniak Typ 50AB
Seria 3
Państw. Wytwórnia Radiotechniczna w Łodzi
wartość oporów w MΩ
kondens. w μF
Mikr. 1
Mikr 2
Adapter
Odbiornik
Linia
6F5
6L6
6H6
5Z4
110V
125V
200V
220V
240V
sieć ~
2/1A
5V
6,3V
30V~
120/
na 30V
T₁
T₂ 1:1
T₃ 2·(1+1)
D₁
D₃
D₄
I-1
I-2
I-D
Uₐ
Uₛ

Schemat 27.

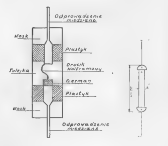
ROZMAITOŚCI

NOWY DETEKTOR: DIODA Z KRYSZTAŁEM GERMANU

(Korespondencja własna z Ameryki).

W czasie wojny rozwój radaru oraz techniki mikrofal zmusił do szukania nowych środków dla detekcji wysokich częstotliwości, dochodzących do kilkudziesięciu tysięcy megacykli. Zastosowanie zwykłych diod napotykało na niedające się usunąć przeszkody.

Bez nowych detektorów kryształowych obecne odbiorniki mikrofal i radarowe, byłyby nie do pomyślenia.



Rys. 1. Rys 2

W Stanach Zjednoczonych A. P. stosowane są obecnie dwa typy tego rodzaju detektorów kontaktowych: „german" i „silicon". Ten ostatni nadaje się do pracy nawet przy częstotliwościach 25000 megacykli (długość fali 1,2 centymetra). Ograniczymy się jednak tutaj do opisu diody germanowej. Rys. 1 i 2

Dioda germanowa, jak widać zawiera b. małą płytkę o wymiarach około 3 x3 mm. Płytka wykonana jest z mieszaniny kryształu germanu i małej ilości cyny. Jest ona przylutowana do jednego z drucików odprowadzających; zewnętrzna powierzchnia płytki jest doskonale wypolerowana, tak, że ruch drucika wolframowego nie napotyka na trudności przy poszukiwaniu na tej powierzchni najbardziej czułego miejsca. Z chwilą ustalenia położenia drucika, tulejka mieszcząca całą „konstrukcję", zostaje zamknięta. Dalsze manipulowanie drucikiem wolframowym jest już wówczas niemożliwe no i zresztą niepotrzebne.

Nie będziemy tu wchodzili w sam mechanizm prostowania prądu przez tego rodzaju detektor, zaznaczymy tylko, że drucik wolframowy stanowi biegun dodatni, a płytka germanowa ujemny.

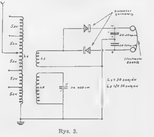
Opisana powyżej dioda z kryształem germanu pracować może przy częstotliwościach przekraczających nawet 100 megacykli (długość fali 3 metry). Wymiary zewnętrzne detektora podane są na rys. 2, odpowiadają one wymiarom oporów, stosowanych w radioodbiornikach.

Przy montażu w przeciwieństwie do zwykłej diody, unika się stosowania podstawki lampowej oraz konieczności żarzenia katody. Dioda germanowa zajmuje niezmiernie mało miejsca.

Odwrotne napięcie przebicia wynosi 50 wolt. Napięcie robocze skuteczne nie powinno przekraczać 30 woltów. W wypadku stosowania diody germanowej w układach, gdzie możliwe jest większe napięcie, można stosować dwie lub więcej diod germanowych, połączonych w szereg. Maksymalny średni prąd detektora wynosi 22 miliampery (szczytowy prąd 60 mA).

Wobec braku podgrzewacza katody nie ma kłopotów z pojemnością „podgrzewacz — katoda". Ponadto zostaje usunięta możliwość przebić, jakie w pewnych układach mają miejsce między katodą i podgrzewaczem. Pojemność wejściowa diody germanowej wynosi mniej niż 3 pF.

Oporność w kierunku przewodzenia jest rzędu 100 omów, a w kierunku przeciwnym około 0,5 megoma.



Rys. 3.

Do wszystkich wyżej wymienionych już zalet należy dodać jeszcze jedną bardzo ważną. Charakterystyka częstotliwości (t. zn. natężenie prądu prostowanego przy stałym napięciu, a zmiennej częstotliwości) jest płaska od 0 do 100 megacykli. Otwiera to kolosalne możliwości przy konstruowaniu np. przyrządów pomiarowych wysokiej i niskiej częstotliwości.

Detektory te wyprą zapewne znane dotychczas prostowniki kuprytowe, charakterystyka których opada już przy kilkunastu tysiącach okresów na sekundę. W stosunku do przestrzałego już kryształka galenowego, dioda germanowa ma tę przede wszystkim zaletę, że jest nastawiona raz na zawsze.

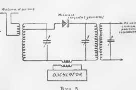
Koncepcje, dotyczące zastosowania detektora germanowego są niezwykle bogate. Możliwości są tu istotnie bardzo duże.

Przede wszystkim nasuwa się myśl zastosowania germanu w zwykłym odbiorniku detektorowym. Dla fal dłuższych bardziej celowe jest stosowanie układu z podwajaniem napięcia, jak to podano na rys. 3.

Rys. 4.

Układ detektorowy z diodą germanową może być użyty również w odbiorniku lampowym. Na rys. 4 podajemy układ odznaczający się dużym napięciem wyjściowym. Układ ten służyć może jako detekcyjny i dla automatycznej regulacji siły głosu. Dioda germanowa jest obecnie bardzo często stosowana jako mieszacz w odbiornikach dla fal ultra- i hiperkrótkich.

Rys. 5 podaje ideowy schemat takiego mieszacza. Dla fal dłuższych bardziej celowe jest stosowanie zwykłej diody.



Rys. 5

Należy zauważyć, że dioda germanowa nie wprowadza prawie żadnych szumów własnych do odbiornika gdyż pracuje bez jakichkolwiek napięć pomocniczych.

Jak już wyżej wspomnieliśmy dioda germanowa może oddać nieocenione usługi w laboratorium. W połączeniu z kondensatorkiem i parą słuchawek, stanowi bardzo wygodny, nie wymagający baterii instrument dla sprawdzania odbiorników.

Zależnie od badanego zakresu częstotliwości, t. zn. akustycznego, średniofalowego lub ultrakrótkiego, konieczne będzie stosowanie różnej wielkości kondensatorów. Dla zakresu akustycznego, kondensator rzecz jasna posiadać musi znaczną pojemność.

W połączeniu z woltomierzem na prąd stały, dioda kryształowa pozwala na pomiary napięcia nawet dla częstotliwości 100 megacykli.

W podobnym układzie może być użyta wraz z woltomierzem na prąd stały dla pomiaru napięć o częstotliwościach akustycznych.

Łącząc diodę z anteną dipolową lub ramową i mikroamperomierzem stwarzamy bardzo dogodny układ dla pomiaru natężenia pola elektromagnetycznego, wytworzonego przez nadajnik.

Dioda kryształowa z obwodem rezonansowym i jakimkolwiek wskaźnikiem prądu stanowi falomierz. W połączeniu z samą cewką tylko i przyrządem pomiarowym, może stanowić wskaźnik rezonansu.

Nie będziemy tu wymieniali wszystkich nasuwających się możliwości zastosowania diody germanowej. Niewątpliwie możliwości tych jest ogromna ilość. Polskie Radio pracuje obecnie nad możliwością zastosowania w Polsce radiofonii nośnej na przewodach prądu silnego. Nie jest wykluczonem, że dioda germanowa pozwoli, przy tym systemie przesyłania programów, na stworzenie bardzo taniego odbiornika radiowego do odbioru głośnikowego.

Dr. inż. A. Blicher

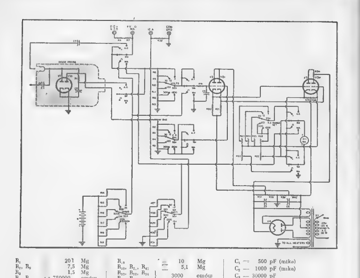
NOWE ROZWIĄZANIE SERWISOWYCH PRZYRZĄDÓW POMIAROWYCH.

Przy remontach nowoczesnych odbiorników zachodzi konieczność pomiaru napięcia i prądów w szerokim zakresie, przy czym nie ograniczają się one do prądu stałego czy zmiennego do 50 c/s, ale coraz częściej musi się mierzyć przy częstotliwości wysokiej, to jest rzędu megacykli /sek.

Ze względu na pomiary napięć występujących na stosunkowo dużych oporach (napięcie w obwodach siatek, ekranu i t. d.) opór wewnętrzny woltomierza musi być bardzo duży.

Poza tym pożądany jest zakres omowy umożliwiający pomiary oporów od 1 oma do kilku megomów.

Firmy w swoich konstrukcjach zmniejszały stopniowo pobór prądu i tak popularne przyrządy „Romer", „Multavi II", „Multizett" posiadały opór wewnętrzny 333,3 Ω/V (3mA na pełne wychylenie) Avometr — nowy model 1000 Ω/V. Norma 5000 Ω/V (0,2 mA na pełne wychylenie). Dalsze zwiększanie czułości przyrządów związane było z trudnościami konstrukcyjnymi, i dopiero po zastosowaniu magnesów ze stopów Al — Ni, można było wydatnie zmniejszyć pobór przyrządów.



R_1	20	Mg	R_{19}	10	Mg
R_2, R_9	7,5	Mg	R_{20}, R_{21}, R_{41}	5,1	Mg
R_3	1,5	Mg	R_{23}, R_{22}, R_{24}, R_{25}, R_{26}	3000	omów
R_4, R_{11}	750000	omów	R_{27}	258,4	omów
R_5	250000	omów	R_{28}	1,758	omów
R_6, R_7, R_8	37,5	Mg	R_{29}	0,423	omów
R_{10}	3,75	Mg	R_{30}	0,161	omów
R_{12}	375000	omów	R_{31}	0,028	omów
R_{13}	125000	omów	R_{33}	10000	omów
R_{14}	10	omów	R_{34}	3000	omów
R_{15}	100	omow	R_{35}, R_{36}, R_{37}, R_{40}	43000	omów
R_{16}	1000	omów	R_{38}, R_{39}	4300	omów
R_{17}	10000	omów	R_{42}	10	Mg
R_{18}	100000	omów			

C_1 — 500 pF (mika)
C_2 — 1000 pF (mika)
C_3 — 30000 pF
C_4 — 5000 pF (mika)
C_5, C_6 — μF
T — transformator 5V, 2A
6,3V 1,6A
650V 40 m A
V_1, V_1a — 6 AL5 (duodioda)
V_2 — V_2a, V_3—V_3a 6SN7GT (duotrioda)
V_4—5Y3GT (albo 5Z4)
M — 1 mA

Rys. 1.

Na zakresach prądu zmiennego ze względu na charakter skali i należytą pracę prostowników, opór wewnętrzny nie był większy niż 1000 Ω V(1 mA na pełne wychylen.e). Przy okazji wyjaśnimy, że pojęcie oporu wewnętrznego przyrządu na 1 wolt mierzonego napięcia jest ściśle związane z poborem prądu na pełne wychylenie. Opór wewn. Ω V = $\frac{1}{\text{pobór prądu na pełne wychylenie (A)}}$

Przed wojną firma Weston (USA) wypuściła na rynek popularny przyrząd „Analyzer" o poborze 50 μA t. j. 20000 Ω/V. Jednak na prądzie zmiennym z wyżej wyjaśnionych powodów opór wewnętrzny nie przekraczał 1000 Ω/V.

Dla przyrządów serwisowych (przenośnych), trudno wykonać przyrząd o dużej czułości a jednocześnie wytrzymały na wstrząsy, i dlatego Amerykanie poszli inną drogą. Mianowicie wszystkie pomiary przeprowadzają przy pomocy woltomierzy lampowych, a dla prądów zmiennych użyto układu woltomierza szczytowego z diodą o małych odstępach katoda — anoda, co pozwoliło na pomiar napięcia aż do częstotliwości 100 — 200 M c/s.

W rubryce „Z kraju i za granicą" podaliśmy zewnętrzny opis przyrządu RCA Voltohmmyst.

Na tym miejscu podajemy schemat przyrządu „Vomax" firmy Mc. Murdo Silver Company. Przyrząd ten (rys. 1) pozwala na:

1). pomiar napięć od 3 — 1200 woltów z oporem wewnętrznym (całkowitym) 50 megomów na wszystkich zakresach prądu stałego, przy korzystaniu z dodatkowych zacisków (+ 2,5) zakresy od 7,5 do 3000 V z oporem 125 megomów,

2). pomiar napięć zmiennych od 3 — 1200 woltów z oporem wejściowym 6,6 meg. w zakresie częstotliwości od 20 c/s — 100 Mc/c

3). pomiar prądu stałego od 1,2 mA do 12 A

4). pomiar oporów od 0,2 oma do 2000 megomów

5). pomiar poziomów przenoszenia (w stosunku do 0 db—0,775 V) w zakresach od —10 db do + 50db

Pomiar napięcia

W ogólnym zarysie, przy pomiarach napięcia stałego mierzone napięcie włączone jest na dzielnik R_8 — R_{13}, a stąd zależnie od wielkości na siatkę lampy V_2 włącza się odpowiednią część napięcia. Proporcjonalnie do przyrostu napięcia na siatce lampy V_2 występuje przyrost prądu anodowego, który można by już bezpośrednio mierzyć. Ponieważ jednak w obwodzie siatki tej lampy są duże opory, a w tych warunkach prądy siatki posiadają duży wpływ na błąd wskazań, dlatego zastosowano układ dwustopniowy (V_2 i V_3). Prąd siatki (prądy jonowe i t. d.) można zmniejszyć stosując niskie napięcia anodowe (18 V i mniej), co jednak znowu wpływa na zmniejszenie czułości. Aby więc połączyć dwie właściwości woltomierza, to jest duży opór wejściowy i dużą czułość zastosować należy 2-stopniowy układ, w którym 1 lampa pracuje przy niskim napięciu anodowym, zaś przyrost prądu wywołuje spadek napięcia na oporze katodowym (R_{20}). To napięcie przekazuje się do stopnia następnego z lampą V_3, która już pracuje przy wysokim napięciu anodowym mając w siatce opór około 5 megomów.

Zmiana napięcia o 3 wolty na siatce wywołuje zmianę prądu anodowego tej lampy o 1 mA.

Lampa V_2 pracuje na prostolinijnej części charakterystyki tak, że zmiana prądu jest proporcjonalna do napięcia na siatce, zarówno dla dodatnich jak i ujemnych wartości.

Ze względu na stabilną pracę układ musi być uziemiony i dlatego mierzy różnicę napięć pomiędzy jednym biegunem a ziemią. Zależnie od znaku mierzonego napięcia w stosunku do ziemi przełącza się przyrząd na (+) lub (—). Jeżeli mierzyć trzeba będzie napięcie w punktach, z których żaden nie jest uziemiony, należy wykonać dwa pomiary — napięcia jednego punktu do ziemi i osobno drugiego punktu do ziemi, i obydwa odczyty do siebie dodać. Włączając mierzone napięcie między zaciski D. C. Vx2,5 i COM. GRD, dodaje się w szereg opory R_6 i R_7 i w ten sposób powiększa się zakres 2,5 krotnie.

Pomiar prądu stałego.

W tym wypadku system pomiarowy włącza się równolegle do boczników tak, jak w normalnych przyrządach.

Pomiar oporów.

W szereg z baterią (3 wolt) włącza się odpowiednio do zakresu jeden z oporów, nazwijmy go R_w ($R_{14 \div 19}$) oraz opór badany R_x; zależnie od wielkości oporu Rx powstaje na nim większy lub mniejszy spadek napięcia proporcjonalnie do stosunku $\frac{R_x}{R_w + R_x}$ który z kolei mierzy się woltomierzem lampowym.

Pomiar napięć zmiennych.

Układ mierzy zasadniczo wartości szczytowe i jest wycechowany w wartościach skutecznych. Przy pomiarach przebiegów odkształconych daje to dość duże błędy, ale na ogół, gdy zniekształcenia są niewielkie (kilka procent), krzywa jest praktycznie sinusoidalna, i błąd jest do pominięcia. Ponieważ wartość szczytowa napięcia sinusoidalnego wynosi 141% wartości skutecznej, dlatego w szereg z oporem ($R_{8 \div 13}$) włączony jest opór R_1 o wartości 20 megomów tak, że na oporach $R_{6 \div 13}$ napięcie wynosi $\frac{100}{141}$ napięcia wyprostowanego na diodzie. Duodioda wraz z kondensatorami wbudowana jest w pudełeczku aluminiowym w formie sondy. Przy pomiarach napięć o małej częstotliwości sondę wkłada się do przyrządu i korzysta ze wspólnego zacisku; równocześnie w miejsce kondensatora C_1 (500 pF mika) włącza się kondensator C_3 o pojemności 30000 pF dla zmniejszenia błędu na małych częstotliwościach. Wyprostowane napięcie z sondy prowadzi się przy pomocy giętkiego kabla do układu pomiarowego. Dla skompensowania spoczynkowego prądu diody, wykorzystano drugi system, którego prąd wywołuje spadek napięcia na oporach $R_{4 \div 5}$, a ten z kolei steruje drugi system duotriody V2a. W podobny sposób oddziaływuje się z kolei na drugi system lampy V_3.



Rys. 2.

Zastosowanie podwójnych lamp pozwala poza tym na skompensowanie wpływów zewnętrznych, wywołanych wahaniem napięcia sieci oraz wymianą lamp.

Dla regulacji zera (regulacja raz nastawiona dla wszystkich zakresów) służy potencjometr R_{34} dla regulacji zera na zakresie omowym służy opornik R_{39}. Dla wyrównania kompensacji prądu spoczynkowego diod i układu służą oporniki R_{22} i R_{40} umieszczone wewnątrz przyrządu, podobnie jak opory $R_{23} \div _{26}$, służące do dopasowania charakterystyki skali dla wszystkich zakresów prądu zmiennego. Opory te są raz wyregulowane przy zmian e lamp.

Ze względu na krzywoliniją charakterystykę diody przy niskich napięciach zakres 3-woltowy ma oddzielną skalę. Dla wyższych napięć skala jest wspólna ze skalą dla prądu stałego.

Przy pomiarach poz omu przenoszenia w decybelach mierzy się napięcia na odpowiednich zakresach prądu zmiennego (patrz fotografia zewnętrzna przyrządu), a korzysta się ze skal wycechowanych w decybelach.

System pomiarowy o poborze 1 mA na pełne wychylenie o długości boku ~ 4 cale pozwala na wygodny odczyt. Błąd maksymalny całego przyrządu nie przekracza 2 — 3%.

A. W.

Radiofonia przewodowa niskiej częstotliwości

(ciąg dalszy)

Zespoły wzmacniakowe 100 W stosowane są na mniejszych, a 500 W na średnich radiowęzłach. Celem uzyskania mocy rzędu 2—3 KW ustawia się na jednej stacji kilka wzmacniaków mocy 500 W oraz kilka wzmacniaków wstępnych (robocze i zapasowe).

Stacje radiowęzłów większej mocy 5 — 15 KW wyposażone są w aparatury składające się z tych samych zasadniczych elementów, a różnice zachodzą tylko w wykonaniu niektórych z nich. Największe różnice występują we wzmacniakach mocy. Produkowane są seryjnie wzmacniaki końcowe o mocy wyjściowej do 6 KW. Są one montowane w szafach żelaznych przeważnie razem z zasilaczem przystosowanym do sieci trójfazowej prądu zmiennego. Napięcie sieci zasilającej reguluje się automatycznie.

Wzmacniaki są wyposażone w automatyczne urządzenia zapewniające samoczynne wyłączenie wzmacniaka w wypadku uszkodzenia (np. uszkodzenie jednej z lamp), oraz alarmujące o tym obsługę. Stacja radiowęzła może być wyposażona w dwa do czterech takich wzmacniaków w zależności od potrzebnej mocy, przewidując również wzmacniak zapasowy na wypadek czasowego unieruchomienia jednego ze stale pracujących.

Wzmacniaki wstępne, przyrządy pomiarowe, urządzenia odbiorcze i tp. nie różnią się prawie zupełnie od poprzednio opisanych, natomiast urządzenia do przełączenia linii, sieci transmisyjnej są umieszczone w osobnych stojakach lub szafach żelaznych i przytosowane do odpowiednio większej mocy.

Problem zasilania sieci transmisyjnej bardzo dużych radiowęzłów w wielkich miastach (kilkadziesiąt do kilkuset tysięcy głośników mieszkaniowych) może być rozwiązany dwoma sposobami, a mianowicie:

a) zasilanie odbywa się z jednej stacji o bardzo dużej mocy (system zasilania centralnego),
b) zasilanie odbywa się z kilku podstacji wzmacniakowych sterowanych z jednej stacji głównej (system zasilania zdecentralizowany).

System zasilan a centralnego jest ogólnie przyjęty dla radiowęzłów małych i średnich, natomiast dla bardzo dużych radiowęzłów okazał się on niepraktyczny, tak że stosuje się tam system zasilania zdecentralizowany. Korzystne jest czasami, w zależności od struktury miasta, zastosowanie systemu pośredniego, tj. jednej dużej stacji o mocy kilkudziesięciu KW oraz kilku podstacji wzmacniakowych.

Podstacje wzmacniakowe są budowane o mocy 10 — 20 KW i zawierają prawie wszystkie elementy normalnej stacji radiowęzła, z wyjątkiem urządzeń odbiorczych, gdyż sterowanie odbywa się ze stacji głównej przy pomocy kabla łączącego ją z podstacją.

Włączenie podstacji, wyłączenie oraz kontrola pracy aparatury wzmacniakowej jak i pomiary linii sieci transmisyjnej przeprowadzane są ze stacji głównej przy pomocy specjalnych urządzeń przekaźnikowych za pośrednictwem linii telefonicznych łączących ją z podstacją (przeważnie wykorzystane są tylko dwie pary przewodów).

Aparatura wzmacniakowa składa się przeważnie z dwóch albo trzech kompletów wzmacniaków. Przewidziane są również urządzenia umożliwiające przełączanie obciążenia z jednego wzmacniaka wyjściowego na drugi, w wypadku uszkodzenia jednego z nich. W razie uszkodzenia połączeń ze stacją główną aparatura podstacji może być obsługiwana ręcznie.

System montażu, odnośnie końcowych stopni aparatury wzmacniakowej i zasilania, jest analogiczny do sposobu wykonania modulatorów o mocy tego samego rzędu w fonicznych stacjach nadawczych. W końcowych stopniach wzmacniaków stosuje się przeważnie lampy chłodzone wodą, a w najnowocześniejszych urządzeniach chłodzeniem powietrznym

Największa z czynnych stacja radiowęzła (nowy radiowęzeł w Kijowie) ma moc wyjściową 50 KW. Dwa wzmacniaki końcowe o mocy 25 Kw każdy pracują na lampach chłodzonych wodą. Prostownik

zasilający wzmacniak końcowy wykonany jest w układzie Graetza z sześciu rtęciowymi lampami prostowniczymi.

Stacje radiowęzłów znajdujących się w miejscowościach niezelektryfikowanych wyposażone są we własne źródła prądu silnego. Na stacjach o mocy do 100 W stosowane jest zasilanie z 2 kompletów akumulatorów ładowanych z agregatu składającego się z silnika spalinowego i prądnicy prądu stałego. Gdy jeden komplet akumulatorów zasila aparaturę, drugi może być ładowany. Większe stacje radiowęzłów, w wypadku konieczności zasilania z własnych źródeł prądu silnego są wyposażone w 2 agregaty (roboczy i zapasowy), składające się z silnika spalinowego i prądnicy prądu zmiennego. Zasilają one bezpośrednio aparaturę stacji radiowęzła i zapewniają również elektryczne oświetlenie pomieszczeń.

Jako źródło energii do zasilania bardzo małych radiowęzłów (moc do 20 W) może być wykorzystana energia wiatru, po przetworzeniu jej na energię elektryczną przy pomocy prądnicy napędzanej silnikiem wiatrowym. Jasne jest, że ze względu na nierównomierność i okresowość pracy silnika wiatrowego niezbędne są akumulatory o dostatecznie dużej pojemności.

Na zakończenie opisu stacji radiowęzłów należy nadmienić, że stosowane są również tak zwane „podstacje transformatorowe" wyposażone w urządzenia do przełączania linii i ich pomiaru, obsługiwane ze stacji głównej analogicznie jak w podstacjach wzmacniakowych.

Zastosowanie podstacji transformatorowych i ich rola będą bliżej wyjaśnione w następnej części artykułu.

Sieć transmisyjna.

Zadaniem sieci transmisyjnej jest doprowadzenie energii elektroakustycznej ze stacji radiowęzła do poszczególnych urządzeń odbiorczych z jak najmniejszymi stratami i zniekształceniami. W praktyce, ze względów ekonomicznych, są dopuszczalne dość znaczne straty i zniekształcenia wnoszone przez sieć, wartość ich nie powinna jednak przekraczać pewnych wielkości maksymalnych określonych odpowiednimi warunkami technicznymi.

Ze względu na potrzebę zmniejszenia oddziaływania czynnych sieci transmisyjnych radiowęzłów, na sieci telefoniczne i telegraficzne jak również wpływu sieci prądu silnego na sieci radiowęzłów, składają się one z niezależnych torów dwu przewodowych symetrycznych względem ziemi i otoczenia.

Odnośnie sposobów wykonania sieć transmisyjna radiowęzła dzieli się na:

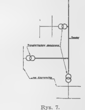
a) napowietrzną—prowadzoną na zewnątrz budynków na konstrukcjach wsporczych.
b) domową — prowadzoną wewnątrz budynków,
c) kablową — nadziemną lub podziemną.

Najprostsza sieć radiowęzła (jednoczłonowa) składa się z kilku lub kilkunastu dwuprzewodowych torów rozmieszczonych promieniście wokół stacji radiowęzła załączonych jednym końcem na wyjścia wzmacniaków. Wzdłuż całego ich przebiegu łączone są, za pośrednictwem krótkich odgałęzień, a elektrycznie bezpośrednio, urządzenia odbiorcze (głośniki wraz z urządzeniami dodatkowymi). Dla pojedyńczego toru wyżej opisanej sieci przyjęła się nazwa „linia abonencka", odgałęzienia natomiast stanowi „sieć domowa".

Szkieletowy schemat radiowęzła z siecią składającą się tylko z linii abonenckich i linii gośników ulicznych podaje rys. 1. (Nr. 4 Ra).

Charakterystyczną cechą linii abonenckich jest to, że zasilają one bezpośrednio głośniki mieszkaniowe odbiorców. Napięcie robocze linii abonenckiej wynosi najczęściej ok. 30 V. Długość nie przekracza zwykle 2 — 3 km., a ilość głośników dołączonych do jednej linii waha się w granicach od kilkudziesięciu do paruset.

W większych radiowęzłach, gdy zachodzi konieczność przekazania ze stacji radiowęzła energii dla znacznej ilości głośników na większą odległość, stosuje się szeroko linie o podwyższonym napięciu roboczym; tak zwane „linie feederowe". Do linii feederowych nie przyłącza się bezpośrednio głośników, a zadaniem ich jest tylko przeniesienie energii na większą odległość z możliwie małymi stratami przy pomocy najbardziej ekonomicznych urządzeń. (Zachodzi tu prawie ścisła analogia do linii wysokiego napięcia prądu silnego przenoszących energię z elektrowni do odległych miejscowości).



Rys. 7.

Linie feederowe zasilają linie abonenckie za pośrednictwem transformatorów obniżających napięcie. W miastach, gdzie są duże bloki mieszkalne, stosuje się często odgałęzienia feederu zakończone transformatorem obniżającym, który zasila bezpośrednio sieć domową całego bloku. Sieć transmisyjna radiowęzła składająca się z linii feederowych i abonenckich nazywa się „dwuczłonowa". Szkieletowy schemat fagmentu sieci dwuczłonowej podaje rys. 7.

Najczęściej stosowane napięcia robocze linii feederowych wynoszą 120 i 240 V.

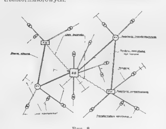
W bardzo dużych miastach często nie wystarcza zastosowanie linii feederowych o normalnie stosowanych napięciach roboczych, a rozwiązanie problemu zasilania głośników w odległych dzielnicach jest możliwe przez:

a) zastosowanie podstacji wzmacniakowych,
b) zastosowanie jeszcze wyższych napięć linii feederowych.

Jeżeli uwzględni się, że normalna linia feederowa przenosi energię dla kilkuset do kilku tysięcy głośników mieszkaniowych, które zostają unieruchomione w razie jej uszkodzenia, to dalsze zwiększenie tej ilości byłoby wysoce niepożądane.

Dobrym rozwiązaniem byłoby stosowanie podstacji wzmacniakowych, gdyby nie duże trudności eksploatacji, co skłania do zredukowania ich ilości do minimum.

Oba wyżej podane względy spowodowały wprowadzenie nowych elementów, a mianowicie: feederów magistralnych wysokiego napięcia i podstacji transformatorowych.



Rys. 8.

Feedery magistralne wysokiego napięcia (o napięciu roboczym np. 960 V) przenoszą energię bezpośrednio ze stacji lub podstacji wzmacniakowej do podstacji transformatorowej, gdzie napięcie zostaje obniżone do wysokości napięcia roboczego normalnego feedera (120 V, 240 V).

Od podstacji transformatorowej rozbiegają się feedery zasilające linie abonenckie.

Sieć transmisyjna powyższego rodzaju jest siecią „trójczłonową", a jej schemat podaje rys. 8.

Należy nadmienić, że celem zapewnienia możliwie nieprzerwanej pracy podstacji, doprowadza się drugi magistralny feeder zasilany w miarę możliwości z innego źródła (np. innej podstacji wzmacniakowej). Dzięki zastosowaniu podstacji transformatorowej łatwiejsza jest lokalizacja uszkodzonego feederu i jego odłączenie bez unieruchomienia wszystkich głośników na terenie części miasta, co miałoby miejsce przy zastosowaniu feederu wysokiego napięcia bez podstacji transformatorowej.



Rys. 9. Słup sieci elektrowni z widocznymi przewodami sieci radiowęzła.

Przeważająca część sieci transmisyjnych jest wykonywana jako napowietrzna. Kable stosowane są na ogół w wyjątkowych wypadkach, gdy założenie sieci napowietrznej byłoby utrudnione. Ostatnio są czynione próby coraz szerszego zastosowania kabli, na przeszkodzie stoi jednak ich wysoki koszt.



Rys. 10. Widok stojaka jednooporowego na dachu.

Jako przewody są używane zasadniczo druty przewodowe stalowe średnicy 2 — 4 mm. Przy wielkiej gęstości głośników na kilometr kwadratowy w dużych miastach oraz na bardzo długich

silnie obciążonych liniach, stosuje się druty liniowe brązowe i z twardej miedzi.

Przewody liniowe mogą być zawieszone na urządzeniach wsporczych najrozmaitszych konstrukcji, w zależności od których rozróżnia się następujące rodzaje linii:

a) słupowe
b) stojakowe
c) wspornikowe

Linie słupowe są wykonane przy użyciu słupów drewnianych i osprzętu analogicznego do tego, który jest używany na liniach telefonicznych i telegraficznych. Przy zawieszaniu przewodów sieci radiowęzłów w miejscowościach posiadających słupową sieć silnoprądową niskiego napięcia korzysta się powszechnie z jej słupów. W powyższym wypadku przewody sieci radiowęzłów są zawieszane poniżej sieci silnoprądowej w odległości 1.5 — 2 m., jak jest to widoczne na rys. 9.

W miastach, gdzie sieć silnoprądowa jest skablowana, przewody sieci radiowęzłów są zawieszane na stojakach dachowych z rur żelaznych średnicy 1,5" — 2,5" i odpowiednich poprzecznikach. Stojak jednoparowy linii abonenckiej jest widoczny na rys. 10.

Wsporników do zawieszania sieci transmisyjnej używa się w wypadkach, gdy inne sposoby nie mogły być zastosowane. Umocowuje się je do latarń ulicznych, słupów tramwajowych i ścian budynków. Wspornik dwuparowej linii umocowany na słupie sieci tramwajowej jest widoczny na rys. 11.

Feedery magistralne wysokiego napięcia są zawieszone na liniach specjalnie dla nich budowanych o mocnej konstrukcji i odpowiednich izolatorach.

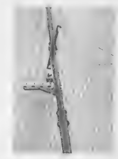
Transformatory obniżające, przy pomocy których są zasilane linie abonenckie z linii feederowych, są ustawiane na słupach lub stojakach (na rys. 11 widoczny jest transformator obniżający w wodoszczelnej obudowie, umocowany nad wspornikiem).

Produkowane są transformatory obniżające o mocy od 5 W do 25 W. W obudowie transformatora mieszczą się również zabezpieczenia w postaci bezpieczników topikowych, odgromników gazowych i iskierników, dlatego też obudowę transformatorów uziemia się. W szereg z uzwojeniem pierwotnym (załączanym do linii feederowej) transformatora jest załączony kondensator o pojemności 2 — 4 μF, który dla prądów niskiej częstotliwości stanowi niewielki tylko opór, a ułatwia bardzo wykrywanie zwarć przewodów linii feederowej przy pomocy zwykłego omomierza.

Od linii abonenckiej energia elektroakustyczna jest doprowadzana do urządzeń odbiorczych przy pomocy sieci domowej. Sieć domowa jest wykonana z drutów izolowanych gumą lub igielitem, zamocowanych na ścianach. W nowoczesnych domach, gdzie sieć domowa jest zakładana w czasie budowy domu, wykonywa się ją jako podtynkową. W zależności od wielkości domu sieć ma różny charakter i składa się z instalacji od pojedyńczego głośnika w małych domach parterowych, a „pionu" na klatce schodowej z odgałęzieniami do poszczególnych mieszkań — w domach piętrowych.

Pomiędzy odgałęzieniem do każdego głośnika, a linią abonencką, jest załączony ogranicznik. Zadaniem jego jest ograniczenie prądu w wypadku przypadkowego lub umyślnego zwarcia przewodów, w tej części sieci domowej, która znajduje się w mieszkaniu odbiorcy. Dzięki ogranicznikom zwarcie nawet w kilku domach sieci domowej za ogranicznikami, nie powoduje unieruchomienia wszystkich głośników załączonych do danej linii abonenckiej, co usprawnia działanie sieci i ułatwia wyszukiwanie uszkodzeń.

Obecnie stosowane ograniczniki składają się z oporu masowego o oporności ok. 600 Ω wytrzymującego obciążenie ok. 2 W. uodpornionego odpowiednio na wpływy atmosferyczne, gdyż często zakłada się ograniczniki przy izolatorze linii słupowej.



Rys. 11. Widok wspornika na słupie.

Dawniej były stosowane również ograniczniki kondensatorowe, zostały jednak zarzucone ze względu na powodowanie większych zniekształceń liniowych.

Sieć domowa kończy się gniazdem wtykowym, do którego załącza się urządzenie odbiorcze.

Urządzenia odbiorcze.

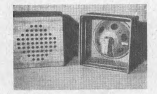
Urządzeniami odbiorczymi w radiofonii przewodowej niskiej częstotliwości są: głośniki, słuchawki i regulatory siły odbioru.

Jako głośniki mieszkaniowe, powszechnie używane są głośniki małej mocy dynamiczne ze stałym magnesem oraz wolnodrgające, rzadziej spotyka się głośniki piezoelektryczne. Głośniki dynamiczne mają pierwszeństwo przed innymi ze względu na ich lepszą jakość odtwarzania.

Maksymalna moc pobierana przez głośniki przystosowane do zasilania z sieci o napięciu roboczym 30 V w paśmie częstotliwości wzwyż od 150 c/s, waha się w granicach 0,15 — 0,3 W.

Głośniki wolnodrgające bywają różnych konstrukcji, nie odbiegają jednak zasadniczo od typów stosowanych w odbiornikach lampowych o niewielkiej mocy wyjściowej. Opór omowy dla prądu stałego cewki wynosi około 2,000 Ω oporności przy 1.000 c/s — 14 do 16 tysięcy Ω pasmo odtwarzanych częstotliwości 150 do 4.000 c/s. Widok głośnika wolnodrgającego obudowanego w skrzynkę tekturową podaje rys. 12.

Głośniki dynamiczne muszą być wyposażone w odpowiednie transformatory, przez które załącza się je do sieci. Charakterystyczne dane głośników dynamicznych przeznaczonych do użytku na sieciach



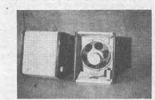
Rys. 12. Głośnik magnetyczny w pudełku tekturowym.

radiowęzłów są następujące (po stronie pierwotnej transformatora): Oporność przy 1.000 c/s—4.000 do 5.000 Ω pasmo odtwarzanych częstotliwości 100÷7.000 c/s, maksymalna moc pobierania przy napięciu 30 V i 150—7.000 c/s wynosi 0,25—0,3 W. Dwa typy głośników dynamicznych w skrzynkach drewnianych podają rys. 13 i 14.

Głośniki piezoelektryczne odznaczają się prostotą konstrukcji i łatwością produkcji, jednakże jakość ich nie jest wysoka. Ulegają one również łatwo uszkodzeniom. Należy nadmienić, że głośniki piezoelektryczne wyposażone są w transformatory, których zadaniem jest podwyższenie napięcia doprowadzanego do płytek poruszających membrany. Jeden z typów głośnika piezoelektrycznego podaje rys. 15.

Głośniki uliczne nie odbiegają niczym od zwykłych głośników dynamicznych dużej mocy ze stałym magnesem. Najczęściej spotyka się głośniki o mocy 10, 25, 50 i 100 W. Uzwojenie pierwotne transformatorów jest wykonane z odgałęzieniami umożliwiającymi pracę przy napięciu roboczym 50 V, 100 V i 200 V.

Słuchawki są używane w wypadkach specjalnych, jak np. przy radiofonizowaniu szpitali. Załącza się je do sieci przez transformator celem zabezpieczenia słuchacza przed porażeniem prądem w razie przypadkowego zwarcia przewodów sieci radiowęzła z siecią prądu silnego.

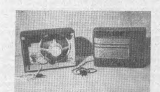


Rys. 13. Głośnik dynamiczny AGA.

Do urządzeń odbiorczych należą również regulatory siły odbioru. Regulatory bywają dwóch typów: oporowe i tansformatorowe lub autotransformatorowe.

Najprostszy regulator oporowy składa się z opornika zmiennego o oporności maksymalnej 75.000 — 100.000 om. załączonego w szereg z głośnikiem. Jedno krańcowe położenie odpowiada najmniejszej oporności, czyli maksymalnej sile. W drugim krańcowym położeniu następuje przerwa obwodu odpowiadająca wyłączeniu głośnika. Regulatory tego typu powodują dość znaczne zniekształcenia charakterystyki liniowej (oporność regulatora w pewnym położeniu jest stała, gdy oporność szeregowo załączonego głośnika zmienia się wraz z częstotliwością).

Inny typ regulatora oporowego bywa stosowany w głośnikach dynamicznych. Jest to potencjometr o oporności kilkunastu omów załączony na wtórne uzwojenie transformatora głośnikowego. Cewka drgająca głośnika załączona jest na ślizgacz i jeden z końców elementu oporowego regulatora.



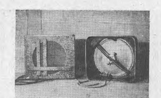
Rys. 14. Głośnik dynamiczny sowiecki.

Znacznie lepsze, gdyż nie powodujące tak dużych zniekształceń, są regulatory siły odbioru transformatorowe lub autotransformatorowe.

Do głośników wolnodrgających używa się regulatorów autotransformatorowych. Wykonane są podobnie jak transformatory głośników dynamicznych z tym, że brak jest uzwojenia wtórnego, a uzwojenie pierwotne posiada szereg odczepów. Całe uzwojenie załącza się do sieci zasilającej, a głośnik jest przyłączony do jednego z końców i któregoś z odczepów. Regulacja następuje skokami przez przyłączanie głośnika odpowiednim przełącznikiem do różnych odczepów autotransformatora.

Regulatorów transformatorowych używa się do głośników dynamicznych. Wykorzystuje się do tego celu transformator głośnika dynamicznego, którego wtórne uzwojenie ma kilka odczepów. Regulacja następuje przez przełączenie cewki drgającej głośnika na różne odczepy.

Regulatory siły odbioru są wbudowane do skrzynki stanowiącej obudowę głośnika, która w ten sposób mieści w sobie komplet urządzeń odbiorczych.



Rys. 15. Głośnik piezoelektryczny.

Odpowiedzi Redakcji

Sitko Marcin, Chrzanów. — Za przysłane schematy serdecznie dziękujemy i prosimy o dalsze. Książek radiotechnicznych jest niewiele na rynku. Niedługo ukaże się książka, wydana przez Biuro Wydawnictw P. R. pt. „Fizyczne podstawy Radiotechniki".

Jegielski Henryk, Ostrów Wlkp. — W związku z zainteresowaniem Pana oraz wielu innych Czytelników miesięcznika komunikujemy, że w najbliższym czasie zostanie opisany stabilizator, mający zastosowanie do odbiorników tam, gdzie występują znaczniejsze wahania napięcia w sieci.

Sikora Otton, Komorów - Radiowęzeł. — W sprawie stabilizatora magnetycznego odpowiedź taka jak wyżej.

Schematów nie posiadamy.

Stacje, nadające z modulacją częstotliwości można odbierać tylko na aparaty, specjalnie do tego celu przystosowane.

Sprawę nabycia lampy. DAH50, za którą gotów Pan jest zapłacić każdą cenę, możemy ułatwić w ten sposób, że na tym miejscu poprosimy pana Janusza Suchenka, (który jak sądzi Pan z zamieszczonej pod tym nazwiskiem w jednym z poprzednich numerów odpowiedzi jest w posiadaniu takich lamp) o skomunikowanie się z Panem.

Lampa Philipsa 4670 jest podwójną pentodą końcową typu bateryjnego. Żarzenie: 2v, 0,465A; Ua_1 = 135V; Ua_2 = 90V; Ekran: Us'_2 = 135V; Us''_2 = 90V; Us_1 = —12V; Us_2 = —8,5; Ra = 20.000 Ω. Anody wyprowadzone są tak, jak w lampie prostowniczej AZ1; siatki ekranujące znajdują się pomiędzy piętkami anod, siatki zaś sterujące po obydwóch stronach piętek żarzenia. Generator niskiej częstotliwości — odpowiedź dla p. Sobolewskiego (Nr. 1 — 2 Ra).

„Radioamator" z Gliwic. — Z układem pośredniej częst. łączy się anodę pentody lub nazwijmy ją „główną" lampy ECH-3. Z tym samym skutkiem może na jej miejscu pracować lampa EK2 lub amerykańska 6A8.

Jarmiński Z., Zielonagóra. — Dziękujemy za przysłane dane i prosimy o cokoły i charakterystyki lamp „pocztowych".

Mikrofon kondensatorowy o ile posiada dobudowany wzmacniacz, zupełnie dobrze wysteruje wzmacniacz „Philipsa".

O ile wzmacniacz (wbudowany) jest nieuszkodzony należy go połączyć kablem ekranowanym z wejściem wzmacniacza mocy, a budowa dodatkowego wzmacniacza jest zbędna.

Schemat przysłany przez Pana jest błędny, poprawny posłaliśmy pocztą.

Aby super odbierał stacje telegraficzne niemodulowane, należy dobudować oddzielny oscylator na częstotliwość różniącą się od częstotliwości pośredniej o np. 1000 c/s.

Oscylator ten sprzęgamy przez mały kondensator (5÷10pF) z diodą sterującą dalsze stopnie m. częstot.

W ten sposób nałożą się dwie częstotliwości sygnału przychodzącego, zamienionego na sygnał cz. pośredniej z częstotliwością drugiego oscylatora.

W głośniku będzie słyszalny ton różnicowy (w naszym wypadku 1000 c/s).

Gańko Piotr, Warszawa. — Uwagi Pana są po części słuszne, ale proszę pamiętać, że dzisiaj sytuacja jest trochę inna aniżeli przed wojną. Na rynku nie ma sprzętu znormalizowanego, a niektórych artykułów w ogóle nie można dostać. Jak więc w takich warunkach można opracować jakiś poważniejszy odbiornik, który mógłby nawet początkujący amator zbudować. Rozpoczęliśmy już cykl artykułów dla początkujących; po przerobieniu odbiorników prostych przerobimy i super mniej skomplikowany. Z zewnętrznego wyglądu lampy można się w przybliżeniu zorientować o jej wartościach. W pierwszym rzędzie załączymy ją na normalne napięcia żarzenia rozpoczynając od najniższych, a więc kolejno 2,5 5 i 6,3 V. Normalny kolor katody (ok. 800°C) jasnoczerwony, określi właściwe napięcie. Przez porównanie powierzchni katody i anody badanej lampy z lampą prostowniczą znaną, możemy również osądzić o wielkości dopuszczalnego obciążenia.

Wirski Stefan, Skierniewice i Odaszkiewicz, Sopot — Dziękujemy za przesłane opisy, lecz z nich nie skorzystamy. Chętnie skorzystamy ze współpracy, ale opisy muszą zawierać szczegółowe dane i fotografię modelu.

KUPON Nr 14

na odpowiedź w „Radio"

Nazwisko ....

Adres ....

....

Honorarium płatne w wysokości około 1.000 złotych za stronę druku w gotowym numerze.

L. Kobylański, Lublin. — Różnice danych lamp polegają po części na tym, że jedne katalogi podają wartości graniczne, a inne dla danych warunków pracy. Oczywiście takie różnice jak w prądzie żarzenia 0,1A albo 0,01A wynikają na skutek niedopatrzenia korektora.

Mazur Jerzy, Krosno. — Układ proponowany zasadniczo może działać. Będzie on jednak niepotrzebnie skomplikowany, a oprócz tego może nastąpić przebicie w części prostownika w razie opróżniającego działania elektromagnesu. Prościej jest podobny prostownik zbudować w układzie Graetza. Do zasilania urządzeń, w których elementem odbiorczym jest słuchawka lub głośnik, dla uniknięcia tętnienia muszą być zastosowane filtry zbudowane z kondensatorów. Dla innych celów jak np. ładowanie akumulatorów niepotrzeba filtrów.

Wajda J., Poznań. — Działanie reakcji wyjaśnione było w artykule p. t. „Jak czytać schemat" Nr 3. Wielkość reakcji zależy od napięcia indukowanego w cewce siatkowej i można ją regulować pojemnościowo, indukcyjnie, lub oporowo.

Napięcie indukowane w cewce siatkowej określa równanie: $E = \omega M \cdot i_a$

$\omega = 2\pi f$ — pulsacja,
M = sp. indukcji wzajemnej,
i_a = prąd anodowy (zmienny).

W regulacji pojemnościowej zwiększamy pojemność kondensatora, a stąd wielkość prądu ia. W regulacji indukcyjnej (zbliżenie cewek) zwiększamy sprzężenie a przez to sp. indukcji wzajemnej M. W regulacji oporowej zwiększamy napięcie anodowe lub siatki osłonnej (lampy ekranowane, pentody) przez co zwiększają się odpowiednie spółczynniki lampy, a stąd i prąd ia.

NOMOGRAM Nr 13

Obciążalność oporów

W uzupełnieniu artykułu p. t. Elementy „RLC" podajemy nomogram dający zależność dopuszczalnego obciążenia oporów od napięcia względnie prądu.

Moc tracona na oporze wyraża się równaniem:

$$P = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R} \text{ (W)}$$

gdzie P — moc w watach
I — prąd w amperach
U — napięcie w woltach
R — opór w omach

W nomogramie na osi poziomej oznaczone są opory od 100 omów do 1 megoma. Oś pionowa po stronie lewej wyskalowana jest w wartościach prądu od 1 — 1000 mA, po stronie prawej, w wartościach napięcia od 1 — 1000 woltów.

Linie równoległe dolne dla skali prądowej, dla napięciowej przedstawiają dopuszczalne obniżenie górne dla różnych typów oporów a więc 0,25, 0,5, 1,2, 4; 6, 10 watów.

Przykład. W obwodzie anodowym lampy załączony jest opór 50kΩ, prąd płynący przez niego wynosi 3 mA. Z nomogramu odczytujemy, że należy zastosować opór o obciążalności 0,5 watów.

W praktyce jednak ze względu na złe warunki chłodzenia w odbiorniku dobiera się opory z większą rezerwą tak, aby moc faktycznie tracona nie przekraczała 1/4 dopuszczalnego obciążenia.

Dlatego przy korzystaniu z nomogramu przyjmujemy dwukrotną wartość prądu lub napięcia. Naprzykład opór filtrujący (zamiast dławika) w prostym odbiorniku dwulampowym wynosi 3000 omów; pobierany prąd wynosi 20 mA. Na nomogramie odczytujemy dla prądu dwukrotnie większego a zatem dla 40 mA — wartość 5 watów czyli obieramy opór 5-cio lub 6-cio watowy.

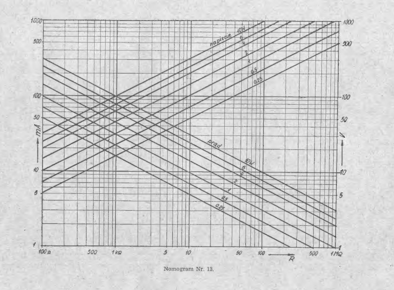
Redaguje Komitet — Wydawca: Biuro Wydawnictw P. R.

Adres Redakcji i Administracji: Marszałkowska 56.

Warunki prenumeraty: Półrocznie wraz z przesyłką pocztową zł. 360. Prenumeratę należy wpłacać na konto czekowe w PKO Nr I-330 „Radio i Świat". Na odwrocie blankietu nadawczego należy zaznaczyć: prenumerata miesięcznik „Radio". Cena pojedyńczego egzemplarza zł. 60.—.

Ceny ogłoszeń: na okładce 1 kol. — 8.000 zł., ½ kol. — 5.000 zł., ¼ kol. — 3.000 zł., ⅛ kol. — 2.000 zł., w tekście zł. 50 za 1 mm szer. 1 szpalty.

Druk. NKW. Stron. Lud., W-wa — B-38506



Nomogram Nr. 13.